



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO
POSGRADO EN ARTES Y DISEÑO

INVESTIGACIÓN EN DISEÑO Y COMUNICACIÓN VISUAL

PROPUESTA DE CREACIÓN DE UNA ESPECIALIDAD EN ILUSTRACIÓN
Y COMUNICACIÓN CIENTÍFICA, COMO POTENCIADOR PROFESIONAL
DE LA DISCIPLINA EN EL CONTEXTO IBEROAMERICANO.

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRA EN DISEÑO Y COMUNICACIÓN VISUAL

PRESENTA:
PAOLA FERNÁNDEZ BERNAL

DIRECTOR DE TESIS :
DR. MAURICIO DE JESÚS JUÁREZ SERVÍN (FAD)

SINODALES:
MTRO. JOSE LUIS ACEVEDO HEREDIA (FAD)
DR. MARCO ANTONIO SANDOVAL VALLE (FAD)
DRA. LAURA ALICIA CORONA CABRERA (FAD)
DR. EDGAR ZAVALA VARGAS (FAD)

CIUDAD DE MÉXICO , NOVIEMBRE DE 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Propuesta de creación de una especialidad en
Ilustración y Comunicación Científica,
como potenciador **profesional** de la disciplina
en el contexto Iberoamericano.

Paola Fernández Bernal
Posgrado en Artes y Diseño, UNAM 2023



La ciencia más útil es aquella
cuyo fruto es el más comunicable.

LEONARDO DA VINCI

El aspecto más triste de la vida
en este momento es que la ciencia
recopila conocimiento más rápido
de lo que la sociedad adquiere sabiduría.

ISAAC ASIMOV

AGRADECIMIENTOS

Las metas alcanzadas dependen mucho del esfuerzo y determinación personal, pero ningún logro es particularmente nuestro, pues sin el apoyo de familiares y amigos y de las personas que se cruzan y nos acompañan en nuestro camino para bien o para mal, en los diferentes momentos de nuestras vidas, no tendríamos la motivación para trazarnos un curso, ni estar donde estamos.

Quiero dar las gracias a la Universidad Nacional Autónoma de México por ser una institución que me ha brindado formación académica de calidad, ha sido parte de mi vida desde los catorce años y sembró en mí el deseo de investigar y un pensamiento crítico y divergente, me ha brindado las herramientas y los espacios para mi progreso académico-social y junto con ello en ocasiones el sostén económico para lograrlo mediante becas, me siento agradecida y orgullosa de pertenecer a la máxima casa de estudios de nuestro país.

Hay personas a las que agradecer particularmente, como mi tutor, el Dr. Mauricio de Jesús Juárez Servín, quien pacientemente desempeñó su labor docente desde la etapa de selección hasta la obtención del grado académico, creyó en mí, me motivó en mi investigación y en momentos de dificultad se convirtió en un amigo, me mostró las herramientas que necesitaba para llevar a cabo mi proyecto y encontró la manera de ayudarme en el proceso.

A mi hermano Oscar Leoncio (Querubín) por qué sin su ayuda material no habría podido alcanzar la culminación de esta meta con excelentes resultados en mis calificaciones. Su disposición y empatía lo hacen parte de este logro. A mis tíos María de Jesús y Manuel Bernal González, que hicieron las veces de segundos padres a lo largo de mi vida, que me motivaron y enseñaron cosas esenciales que me acercaron al gusto por las artes y que en tantas ocasiones fueron generosos con sus recursos para que yo pudiera seguir progresando, gracias por tanto. A mi madre por no dejarme desistir en los momentos más difíciles y por el impacto que en su labor aportó.

A la Dra. Anabel Estrada Zarazúa quien se tomó el tiempo de enseñarme a mejorar mis técnicas de escritura, quien además revisó y leyó mi investigación haciendo sugerencias para mejorar el documento que hoy puedo presentar para la obtención de grado, gracias por tu valiosa ayuda. A los profesores que conocí y de los que aprendí en la maestría y aquellos que formaron parte del sínodo, a mis compañeros y amigos.

Y definitivamente gracias a los ilustradores científicos que conocí durante este proceso y me compartieron de su conocimiento, experiencia, tiempo y respuestas a mis interrogantes y que son parte importante de este documento. Sin su valiosa ayuda no habría conseguido entender la realidad actual de la disciplina.

Índice

Agradecimientos	
Introducción	13
1.- LA ILUSTRACIÓN CIENTÍFICA	
UNA DISCIPLINA INVISIBLE	23
1.1.- Características y técnicas de la ilustración científica.	47
1.2.- Implicaciones teóricas de la ilustración científica.	57
2.- CONTEXTO PROFESIONAL DE LA	
ILUSTRACIÓN CIENTÍFICA EN MÉXICO.	69
2.1 Principales ilustradores científicos en México.	83
2.2 Colectivos, talleres y diplomados en México.	97
3.- LA INTERDISCIPLINARIDAD IN SITU	107
3.1.- La formación profesional requerida.	115
3.2.- Ciencia y arte, una formación imprescindible.	119
4.-PROPUESTA DE ESTRUCTURA INTERDISCIPLINARIA	
APEGADA A LAS NECESIDADES GRÁFICAS PARA	
LA CREACIÓN DE LA ESPECIALIDAD EN ILUSTRACIÓN	
Y COMUNICACIÓN CIENTÍFICA A PARTIR DE UNA	
VISIÓN IBEROAMERICANA EN LA UNAM.	127
4.1 Análisis de necesidades	129
4.2 Sesgo educativo, una oportunidad institucional	137
4.3 Propuesta curricular de contenidos	143
4.4 Impacto laboral	169
4.5 Perfil de ingreso y egreso, proyección a futuro de la disciplina	173
Conclusiones	179
Fuentes de Consulta	183

Introducción

A lo largo de la historia, las artes y el diseño se han considerado como actividades de contemplación, principalmente dedicadas a la decoración y entretenimiento, y frente a las ciencias se ha estimado a las imágenes que se gestan de estos saberes con poca importancia discursiva frente al argumento científico. Desde una fuerte tradición científicista, aún prevaleciente, se sigue sin reconocer el valor de todas las áreas del conocimiento en pro de un desarrollo integral, y se percibe como subordinadas a todas aquellas que no son parte de las que constituyen aquello reconocido como ciencia.

Afortunadamente, la tendencia no solo en investigaciones sino en las universidades, es lograr una formación y conocimiento interdisciplinario donde se reconozca y fomente el trabajo colaborativo entre profesionales de diversas áreas, que ayude a conseguir un pensamiento divergente en la resolución de problemas y una perspectiva integral que favorezca la formación del alumnado y del discurso de conocimiento en sus respectivas áreas.

Conectar a las ciencias con el arte en realidad no es tan difícil. La ciencia se encarga del estudio de fenómenos naturales, físicos y tecnológicos. Se puede retomar el caso de los famosos fractales dentro de la naturaleza, que son formas geométricas cuya estructura básica, fragmentada o aparentemente irregular, se repite a diferentes escalas dentro de por ejemplo una hoja de árbol. Quienes hayan visto un fractal no pueden negar la naturaleza artística de las repeticiones modulares.

El ejemplo anterior es una conexión entre arte y ciencia que existe de manera natural, no intervenida por el hombre. También hay puentes que conectan la ciencia con el arte de manera intencional o por necesidad, como la disciplina de la ilustración científica, que ha nacido por la necesidad de dar a conocer visualmente investigaciones, descubrimientos o hechos que de otro modo no podrían ser fácilmente entendidos ni socializados. Tal como la ilustración antropológica o la ilustración paleontológica, que sirven para la reconstrucción de objetos o seres extintos, mismas que mediante investigaciones y en ocasiones escasos datos recabados, nos permiten visualizarlos hoy en día.

Ciertamente, la naturaleza misma de la ilustración científica es interdisciplinaria. Para lograr óptimos resultados, en este tipo de imágenes especializadas se necesita el trabajo colaborativo entre profesionales, por un lado, el especialista de la ciencia que requiere la imagen y por otro el especialista en creación de imagen (ilustrador). Si bien hay casos de personas que se embarcan en la labor de hacer por sí mismos la investigación científica y las imágenes, esto no es lo ideal y los resultados podrían no ser los mejores. Después de todo, ser especialista en algo frecuentemente requiere de toda una vida.

Las razones por las cuales realizar esta investigación llegaron unos años atrás, cuando comencé a seguir en redes sociales a algunos ilustradores infantiles, que era la temática que me interesaba entonces, así por azares de los algoritmos tecnológicos encontré un tipo de ilustración que nombraban científica, evidentemente no tenía ni idea de a qué se refería tal concepto. Así seguí investigando al respecto y hallé el colectivo *Illustraciencia* ubicado en España, luego me interesó saber dónde formarme en esa área en México y con sorpresa descubrí que no había ofertas de ese tipo, solo algunos cursos y diplomados.

Poco tiempo después fui admitida en la maestría del programa de artes y diseño de la UNAM y al reconocer mi fuerte interés sobre la disciplina guíe mi investigación hacia ese tema. Desde entonces he conocido cada vez más al respecto y he descubierto el universo de posibilidades claves para la construcción de currículos de formación profesional.

En la actualidad, en México no existe una universidad que ofrezca la formación de ilustradores científicos. Los mayores esfuerzos en nuestro país, están destinados a pequeños cursos y diplomados, se orientan frecuentemente a la Botánica y la Zoología, dirigiéndose en su mayoría a biólogos, sin considerar una formación integral en el universo de posibilidades de la ilustración científica, misma que responde a la representación visual de todas las ciencias.

Para proponer una especialidad en ilustración científica que responda de manera integral a las necesidades actuales del medio, es necesario considerar el contexto Iberoamericano. Por un lado, los países que conforman este concepto geopolítico, incluido México, presentan un atraso en la disciplina con respecto a otros países con una tradición en ella, como lo es Reino Unido, que cuenta con años de experiencia en dibujo botánico y formación profesional al respecto; o en la Universidad Johns Hopkins en Estados Unidos, que oferta la formación en ilustración científica médica.

Cabe señalar que, en Iberoamérica hay algunos países con esfuerzos considerables para ofertar formación profesional en la disciplina por lo que se definen como países líderes y representativos de esa región y son Chile, Argentina, Brasil, Colombia, Portugal, España y México. Así que al conocer, analizar y evaluar estos esfuerzos, será más sencillo identificar las necesidades a nivel temático curricular para sugerir una especialidad integral, que permita preparar profesionales que afronten los retos y las necesidades en un medio ya existente, pero no formalizado ni estructurado.

Los objetivos que se pretenden alcanzar mediante esta investigación y propuesta de proyecto van desde el estudio del arte del tema, hasta la eva-

luación de necesidades que permita realizar una propuesta viable de formación profesional en ilustración científica, a modo de especialidad para la UNAM, específicamente para la Facultad de Artes y Diseño y los enlisto a continuación.

- Contextualizar la función de la ilustración en el entorno científico.
- Describir la realidad de la Ilustración Científica en México a partir de sus antecedentes profesionales.
- Definir las características de la formación profesional de los ilustradores científicos en el contexto Iberoamericano.
- Establecer criterios de ilustración científica que promuevan el trabajo colaborativo interdisciplinario.
- Considerar los posibles escenarios dentro de la UNAM para la formación de profesionales en esta disciplina para su proyección a futuro.
- Generar una propuesta de contenidos para la creación de una especialidad de ilustración científica, sustentada en los criterios antes expuestos desde el punto de vista y la necesidad gráfica.

Al alcanzar estos objetivos se pretende demostrar que es posible potenciar al diseño como complemento de la ciencia, a partir de la creación de una especialidad en Ilustración Científica, que dé respuesta a la formación de profesionales con sólida orientación interdisciplinaria.

Asimismo, una de las características del diseño es incidir en los procesos de comunicación efectiva y generar cambios a favor de las personas, a partir de sus discursos y códigos e interpretación gráfica de la información. En este caso, es un recurso potencial para apoyar a la ciencia en difusión y divulgación, no solo en el ámbito de la educación, también a modo de registro gráfico especializado, de los avances y descubrimientos en las ciencias. Y para tener una vinculación de carácter formal entre la ciencia y el arte proveniente de las humanidades y las artes, específicamente en la Facultad de Artes y Diseño de la UNAM.

Por otra parte, la profesionalización es necesaria para cualquier actividad, y la ilustración no es la excepción. Ésta adquiere relevancia en un contexto interdisciplinario que es el argumento para problemáticas complejas, más en esta época en la que una situación de carácter biológico (COVID-19), ha puesto en jaque a todos los países. El contar con información científica es bueno, pero si además tiene un soporte gráfico es aún mejor y se aumentan las probabilidades de que sea entendida para aquellas personas que no son especialistas en el tema.

Se debe agregar, que tal es la necesidad de formación para dar a conocer la disciplina y adiestrar a ilustradores que los colectivos más importantes sobre ilustración científica en Iberoamérica lo expresan, al hablar sobre la urgencia de normar la profesión. Se enuncian diversos aspectos, tales como: el diferenciar entre una ilustración científica y una naturalista; dar a conocer la disciplina, para que así, los investigadores den mayor apertura al trabajo colaborativo; y en el caso específico de México, ayudar a que el trabajo de ilustración científica que va en aumento por editoriales o institutos no se fugue a otros países. De tal manera, se consideraría a los ilustradores mexicanos, al demostrar competitividad y calidad en su trabajo mediante una especialización de este tipo.

Es conveniente mencionar que esta propuesta se dirige, tanto para los ilustradores científicos que ya existen, pero que tienen una formación con base en la experiencia y que suelen dedicarse a un solo tipo de ilustración científica. Como para las nuevas generaciones que se preparen mediante una educación formal, integradora y sirviéndose de la interdisciplina, ya que hasta el momento carecen de formación en técnicas pictóricas, en el caso de ser científicos incursionando en el área o ser diseñadores sin formación científica, de ahí la importancia del trabajo interdisciplinario.

En efecto, los beneficios pueden ser diversos al reconocer la efectividad del diseño y la ilustración científica, sus aportes, manejo de discursos y códigos visuales que nos permiten entender la diversidad y el potencial de la profesión en áreas como la ciencia, para optimizar la transmisión de conocimiento, especialmente en estos tiempos de constante cambio. Además, la profesionalización de esta disciplina aportará mayores oportunidades de trabajo e interacción del diseño con la ciencia y permitirá colocar a la UNAM como pionera en México en la formación de profesionales de la Ilustración Científica interdisciplinaria como especialidad. De tal forma, se permitiría al alumnado tener las herramientas de conocimiento sobre el área y con ello darle competitividad en el área laboral.

Justo hoy, más que nunca, el diseño y las artes son la solución a las necesidades de divulgación e información visual de la ciencia. Lo anterior, mediante sus recursos creativos, mismos que inciden en el impacto y la efectividad del mensaje, no solo para los investigadores y científicos que tienen el compromiso de transmitir el conocimiento de manera clara y precisa, sino para los receptores que reciben este mensaje. También se lograría promover el trabajo interdisciplinario en la UNAM, beneficiando mutuamente a los estudiantes y recintos científicos. A través de experiencia, al colaborar en investigaciones reales en los diferentes institutos de investigación, tales como el Instituto de Biología, Instituto de Investiga-

ciones Biomédicas, Instituto de Neurobiología, Instituto de Astronomía, entre otros que la institución genera, con la oportunidad de tener a su disposición investigaciones con un soporte gráfico profesional.

Así mismo, los institutos externos a la UNAM de carácter público, privado o gubernamental en los que los convenios y bases de colaboración son fundamentales. Institutos tales como el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), los Centros de Investigación Disciplinaria del Gobierno Federal, y las investigaciones generadas en otras universidades y dependencias del país. Así, se lograría que los alumnos de la especialidad de ilustración científica, trabajen de la mano con especialistas en su trabajo de investigación, dando como resultado la interdisciplina buscada.

En cuanto a la infraestructura en la UNAM, se cuenta con un gran número de recintos a su cuidado y disposición, que permitirían una enseñanza integral de campo. Tal es el caso de la estación de Biología de la UNAM, en la reserva biológica de Los Tuxtlas, que tiene una colección entomológica y una gran variedad de especies que pueden ser representadas. Lo anterior, no solo para enriquecer el catálogo de especies, sino además para el aprendizaje sobre el modo de recolectar datos para la misma representación («Reserva de la Biósfera Los Tuxtlas.», 2016). Así como el jardín botánico, que ya se usa como lugar de prácticas para los diplomados que se han impartido en la FAD y algunos otros museos que la UNAM tiene en comodato o con los que tiene vinculación («¿Conoces los museos de la UNAM?», s. f.).

En lo que toca al ilustrador, es un creador de obras visuales que representa e interpreta realidades, aporta y acompaña diversos discursos dependiendo la finalidad de su obra, respecto a ello, puede realizar su creación en una gran variedad de géneros y soportes gráficos (FADIP, s. f.), que junto con su estilo personal, permite transmitir un determinado mensaje. Es conveniente decir, que existe un gran número de categorías en que un ilustrador puede desarrollar su trabajo y talento, encontrando una relación importante con el diseño gráfico; es por ello que hasta ahora la ilustración se ha estudiado sólo como una especialidad en la mayor parte de las Universidades alrededor del mundo y no como una profesión en sí misma.

Por otro lado, en los últimos 40 años la ilustración científica, un tipo de ilustración al servicio de la ciencia, ha ido tomando cada vez mayor relevancia. El dibujo científico ha puesto de manifiesto lo observado por los investigadores, no solo lo tangible, también el universo de las ideas (Cabezas et al., 2016) de una manera concreta y precisa con que se maneja el rigor científico. No solo permite divulgar el conocimiento, además, toma

un papel didáctico en la enseñanza de las diferentes disciplinas en las ciencias cuando las palabras resultan insuficientes. sin embargo, aún es una profesión invisible, y en México y Latinoamérica no existe una Facultad Universitaria que atienda esta disciplina de forma integral profesional y sin que sea una modalidad del diseño, curso, taller, diplomado o unidad en el programa de estudios en la licenciatura en Diseño y Comunicación Visual en la FAD que apenas da un atisbo de preparación al respecto (Durango, s. f.).

Hoy en día la ilustración científica ha ido más allá de las técnicas de ilustración tradicionales, sin relegarlas. Ahora también se utilizan técnicas digitales y modelado en 3D, lo que ha enriquecido la interpretación y ha derivado en la infografía como actualmente se conoce, que no es más que una síntesis de información visual y textual que facilita la transmisión del mensaje. La Ilustración científica puede explicar el mundo, que es a menudo invisible (Hodges, 1989) a simple vista y los procesos que ocurren dentro de los organismos u objetos de estudio. Para ello, se ayuda de instrumentos científicos como microscopios, telescopios, y cámaras fotográficas, cuya existencia no ha podido sustituir a la ilustración científica. En cuanto a la microbiología, la cámara fotográfica se topa con un serio problema al enfocar todo un elemento por la falta de profundidad de campo por lo que su representación visual se ve limitada (Lozano, 2016).

Es decir, la ilustración científica nos permite representar y reproducir procesos o seres no presentes en la actualidad, como dinosaurios, herramientas y artilugios ancestrales, e incluso, hombres de otras eras; también se pueden representar procesos como la formación de una tormenta, las capas de la tierra, entre otras cosas. En otras palabras, este tipo de ilustración se relaciona con todas las disciplinas de la ciencia que tengan la necesidad de representar lo investigado. Sin embargo, para algunas ramas en particular la representación gráfica científica ha sido una necesidad evidente y mayormente solicitada, como la Biología y la Medicina, mismas que a su vez se subdividen en áreas de ilustración más específicas como la Botánica, Zoología, Histología, Anatomía, por dar algunos ejemplos.

Concretamente, cada uno de los proyectos de Ilustración Científica va de la mano con el especialista investigador, para que el resultado sean representaciones gráficas apegadas al rigor científico pertinente. Hoy en día, la UNAM genera gran parte de la investigación del país («Universidades públicas mantienen dominio en la producción científica de México», 2017) contando así, con Institutos en las diversas ciencias, a los que la ilustración científica sumaría un gran valor, en la transmisión y divulgación de conocimiento.

En definitiva, la conexión entre la ciencia y el arte, especialmente en la divulgación científica, es indiscutible. Tanto la ciencia como el arte se basan en la observación de fenómenos para representar el mundo que nos rodea, mediante sus respectivas áreas de reflexión, estas dos formas de racionalizar nuestro entorno convergen en la Ilustración Científica, misma que transmite y representa de forma gráfica lo investigado, en apego al rigor científico para que el conocimiento se divulgue fielmente (Arámbulo et al., 2013).

CAPÍTULO 1

La Ilustración Científica una disciplina invisible

Antecedentes de la
Ilustración Científica,
fundamentos y parámetros
que permiten definir la
epistemología de la disciplina.



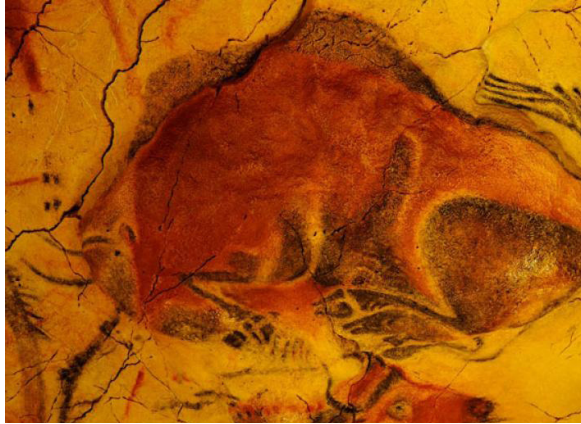


Fig. 1

El bisonte encogido

Nota. Adaptado de Muy Interesante [Fotografía]

por @MNCLIA. Fotografía: Pedro Saura

<https://www.muyinteresante.es/ciencia/fotos/pinturas-cuevas-altamira/1>

La ilustración ha estado presente a lo largo de la historia de la humanidad. Cuando el hombre primitivo en su afán de comunicarse con otros hombres, plasmaba representaciones – especialmente de animales – en las cavernas, como lo muestran las pinturas de Altamira, que son una prueba de la necesidad de señalar y registrar nuestro entorno **Fig.1** (Marcos, 2019). Cabe destacar que algunos autores ven estos registros como actos “conscientes” al respecto del entorno, ya que se observa que se consideró la forma de las cuevas o de las piedras, donde se plasmaron estas formas primitivas así como la luz que incidía en ellas para dar profundidad y movimiento (Lozano, 2016).

Con el paso del tiempo, y mayormente por una cuestión de colonización, las exploraciones a nuevos mundos se hicieron cada vez más numerosas. Una vez colonizadas las nuevas tierras, los viajes a estos lugares se hacían más frecuentes, donde los exploradores naturalistas e incluso algunos evangelistas que gustaban del dibujo y maravillados por estas nuevas especies que nunca antes habían visto hacían registro de ellas. A modo de inventario de sus adquisiciones, pero también, con la idea de llevarlos a sus tierras de origen, de estudiarlos y explotarlos, éstas prácticas fueron los antecedentes de la ilustración científica. Las ilustraciones del siglo XVI al siglo XVIII aproximadamente, carecen de rigor científico e incluso se mezclaron con ideas mitológicas, religiosas y supersticiosas de cómo se asimilaba el mundo, especialmente durante el oscurantismo (Lozano, 2016), por lo cual el día de hoy se pueden distinguir como ilustraciones naturalistas.

En este sentido es cerca de 1500, cuando comienza a haber este tipo de ilustraciones de las que hoy sabemos, por lo menos en Europa. ejemplos como

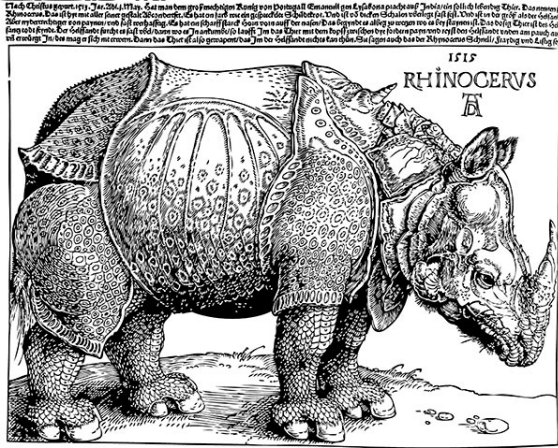


Fig. 2
Rinoceronte de Durero
 Nota. Adaptada de *Diseño de Carteles*
 [Grabado].
<https://diseñocarteles.com/xilografía/>

el icónico rinoceronte de Durero **Fig.2**, nos ayuda a dilucidar la manera en que se hacían el registro de las especies naturales. Los artistas plasmaron especies endémicas, así como exóticas, la mayoría las dibujaba mediante descripciones que alguien más hacía, ya que en muchos de los casos el artista nunca observaba al ejemplar, ni vivo ni muerto, y le aportaba características que se imaginaba que podía o deberían tener dichos especímenes. Esta situación dio origen a ilustraciones en ocasiones fantásticas que poco tenían que ver con los ejemplares en la realidad.

En las páginas subsecuentes se mostrará un general y breve recuento de los naturalistas que hicieron aportaciones importantes en el registro y publicación de nuevas especies, durante los siglos XVI al XVIII. Algunos de los cuales eran exploradores acompañados por dibujantes que les ayudaban a registrar los nuevos hallazgos, pero el crédito era para el explorador que los contrataba y no para el artista. Esta es una práctica que, desafortunadamente, en ocasiones sigue ocurriendo. También encontraremos, personas con diversas profesiones y oficios con el gusto de dibujar o que debido a su trabajo como boticarios, armaban “gabinetes de curiosidades” **Fig. 3** con dibujantes que registraban los ejemplares que ellos adquirían para sus remedios y esto daba pie a tres situaciones, fidelidad en el registro visual, técnicas de conservación y extensas colecciones taxidermizadas.

Por un lado, el registro de estas especies se volvía más fiel al tener el ejemplar consigo, por lo que estos boticarios eran los que tenían registros más veraces. Sin embargo, algunos de los ejemplares que adquirían de tierras lejanas llegaban incompletos o desmembrados, por lo que se basaban en descripciones poco fiables que alguien más había hecho previamente o en supersticiones y suposiciones de las características del espécimen.

Algunos de los ejemplares adquiridos debían de prepararse para su conservación, así que aquí también se hicieron avances y mejoras en esta área, ya que conforme se experimentaban técnicas, mejoraron en la preservación de los ejemplares, incluido los cambios de coloraciones entre especies vivas y muertas y cómo representar pictóricamente según su uso y descripción (Simmons & Snider, 2009, p. 39).

Asimismo, se conformaban colecciones extensas de taxidermia que después podían vender a un alto precio a quien pudiera pagarlo. Entre las representaciones realizadas se encontraban, aunque reducidas, las de anatomía que trataban de registrar, lo mejor posible, procedimientos quirúrgicos en el avance de la medicina, registros que se practicaban frecuentemente en cadáveres humanos en una época en la que estaba prohibido pues se creía que esto profanaba el cuerpo y el alma del difunto, algunos de estos registros siguen siendo importantes en el estudio médico. Trabajos como los que se mencionan son destacados no solo por la precisión en representación, sino por la fuerte oposición eclesiástica ante esta práctica durante la época.



Fig. 3

Gabinete de Curiosidades

Nota. Adaptada de *El Blog de la Tabla*
 [Grabado] Visitantes en el
 Gabinete de Curiosidades
 (Wondertooneel der Natuur)
 de Levinus Vincent en Haarlem, 1706.
<https://www.elblogdelatabla.com/2019/09/gabinete-curiosidades-naturales-seba.html>

También había otro tipo de registro que tuvo auge durante las exploraciones y la delimitación de territorios y fue el caso de la topografía y la cartografía; planos territoriales que mostraban la vastedad de las tierras poseídas. A continuación se introducen algunos de los principales naturalistas con aportes significativos para la práctica (Simmons & Snider, 2009).

PRINCIPALES NATURALISTAS E ILUSTRADORES EUROPEOS

Cayo Plinio Secundo “El Viejo” (Siglo I)

Nacido en Italia, fue un escritor y militar romano del siglo I, realizó estudios e investigaciones en fenómenos naturales, etnográficos y geográficos recopilados en su obra *Historia natural* Fig.4, siendo modelo enciclopédico de conocimientos hasta mediados del siglo XVII, cuando sus hallazgos fueron sustituidos por investigaciones basadas en el método científico y el empirismo moderno. Dicha obra está dividida en treinta y siete libros, organizados

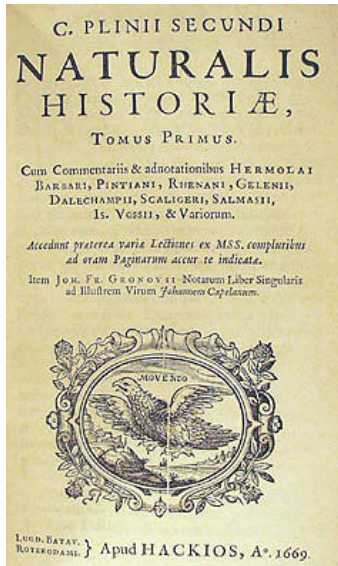


Fig. 4
Portada de Historia Natural
ed.1619

Nota: Adaptado de *Wikipedia*
 [Fotografía]
[https://es.wikipedia.org/wiki/Historia_natural_\(obra_de_Plinio\)#/media/File/Naturalhistoria.jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/Historia_natural_(obra_de_Plinio)#/media/File/Naturalhistoria.jpg)

boticario de la corte Imperial. Formado en una escuela galenista, sus prácticas sobre anatomía provenían de disecciones en animales extrapoladas al cuerpo humano, pero él concluyó esta parte de sus estudios extrayendo cadáveres humanos del cementerio infringiendo la ley de disección en cuerpos humanos. Publicó su primera obra, *Paraphrasis in nonum librum Rhazae at Almasorem* en 1537. Catedrático en anatomía y cirugía en la Universidad de Padua, en clases se situaba junto al cadáver mientras daba sus explicaciones y para las partes que no eran fácil-

en diez volúmenes y su temática no se limita a lo que hoy conocemos como historia natural. Abarca temas que incluyen: astronomía, matemáticas, geografía, etnografía, antropología, fisiología humana, zoología, botánica, agricultura, horticultura, farmacología, minería, mineralogía, escultura, pintura y piedras preciosas («Plinio el viejo», 2017).

Leonardo Da Vinci (1452-1519)

Nacido en Italia, fue pintor, anatomista, arquitecto, paleontólogo, artista, botánico, científico, escritor, escultor, filósofo, ingeniero, inventor, músico, poeta y urbanista. Su atención al detalle dotaba de prolijidad su obra y estudios, los cuales siempre iban acompañados de diagramas detallados **Fig.5**, así sus postulados científicos eran comprensibles y llamativos. Lo anterior se suma a su interés en la observación, dio como resultado el virtuosismo con el que son ejecutados sus estudios (Mayor & Flores, 2013, p. 131).

Andreas Vesalio (1513-1564)

Nacido en Bruselas, sigue la tradición familiar del estudio de la medicina, su abuelo fue el médico del Emperador Maximiliano I y su padre

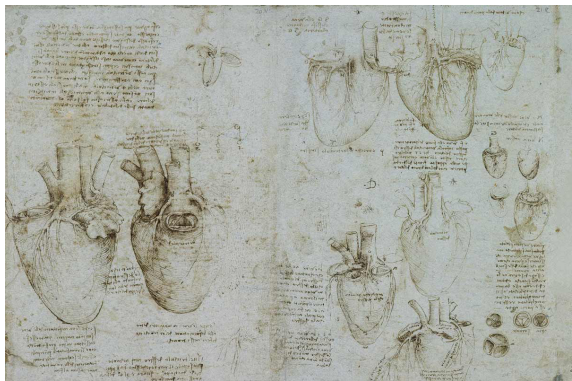


Fig.5
Apunte anatómico de Leonardo Da Vinci
 Nota: Adaptado de *Descubrir el Arte*
 [Fotografía]. El corazón y los vasos coronarios, 1511-1513.
<https://www.descubrirelarte.es/2019/12/16/leonardo-da-vinci-dibujos-para-entender-el-mundo.html>

mente visibles ocupó sus propias ilustraciones, en sus otras publicaciones corrigió el trabajo de Galeno. En 1543 publica sus investigaciones en *De humani corporis fabrica libri septem* considerado el primer atlas moderno de anatomía humana, acompañado de 300 grabados xilográficos pintados por los mejores pintores venecianos y el propio Vesalio. Sus grabados se copiaron durante los siguientes tres siglos y fueron de gran importancia no solo para la medicina sino también para los estudios en arte. Los grabados originales se perdieron en la Segunda Guerra Mundial (Omeka, 2022).

Luca Ghini (1490-1556)

Nacido en Italia, médico botánico, creador del primer herbario registrado en 1544 mediante el secado de plantas en prensa de papel, lamentablemente ninguno de sus herbarios sobrevive, además en ese mismo año estableció el primer Jardín Botánico conocido en Europa («Luca Ghini», s. f.).

Conrad Gesner (1516-1565)

Nacido en Suiza, considerado el primer zoólogo en la historia, su primera publicación sobre historia natural la realiza en 1551-1587 y se tituló *Historia Animalium* Fig.6, misma que se divide en cinco volúmenes: cuadrúpedos vivíparos, cuadrúpedos ovíparos, aves, animales acuáticos y serpientes –este último se realizó de manera póstuma–. Dichos volúmenes, se encuentran llenos de xilografías realizadas por los mejores artistas de la época. Su obra se convirtió en referencia obligada para naturalistas del siglo XVI. En 1553 su obra *Icones Animalium* es un compendio de 611 xilografías de peces, aves, mamíferos y criaturas míticas (Durling, 1965).

Pierre Belon (1517-1564)

Nacido en Francia, estudió farmacia, botánica y medicina. Es enviado a una misión diplomática para identificar flora, fauna, lugares y objetos descritos por autores clásicos en el Mediterráneo. Publica sus registros en 1553 en el libro *Les observations de plusieurs singularitez et choses memorables trouvées en Grèce, Asie, Judée, Egypte, Arabie, et autres pays étrangers* Fig.7. Este es el primero de cinco publicaciones que



Fig. 6
Portada de *Historia Animalium* Tomo I
Nota. Adaptada *Historical Anatomies on the web* [Fotografía]
https://www.nlm.nih.gov/exhibition/historicalanatomies/gesner_home.html



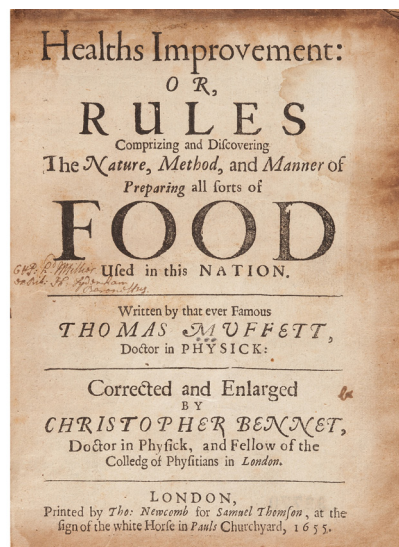
Fig. 7
Portada de Las observaciones de varios singulares y cosas memorables.
 Nota. Adaptado de *LIVRE RARE BOOK* [Fotografía], (<https://www.livre-rare-book.com/book/5472669/003113>)

otros científicos como Gesner. Su portada está fechada en 1589, las ilustraciones originales fueron descartadas por resultar demasiado costosas, existe la posibilidad de que la obra aparezca bajo el nombre de Thèodore Turquet de Mayerne, sin embargo se piensa que él solo escribió la introducción. También tuvo otra publicación póstuma en 1655, *Health's Improvement* Fig.8 donde se señalaba la primera lista de aves silvestres británicas y sus hábitos migratorios (Weiss, 1927).

Matthäus Merian “El Viejo” (1593- 1650)

Nacido en Suiza, grabador. Muy joven,

Fig.8
Portada de Healths Improvement
 Nota. Adaptada de *Heritage Auctions* [Fotografía] <https://historical.ha.com/itm/books/medicine/-thomas-sydenham-association-thomas-moffett-healths-improvement-or-rules-comprizing-and-discovering-the-nature-me/a/6112-45169.s>



contienen descripciones y clasificaciones con xilografías de animales, plantas, mapas, planos de ciudades, retratos, armas, atuendos, peces, cetáceos, hipopótamos, moluscos, invertebrados marinos, así como, su anatomía mediante observaciones y disecciones que él hacía a aves, mamíferos y especies vegetales («Pierre Belon», 2019).

Thomas Muffet (1553 – 1604)

Nacido en Inglaterra, estudió medicina y fue un gran naturalista, hizo importantes investigaciones en insectos y artrópodos relacionados con la medicina. En 1581 estudió la anatomía del gusano de seda, presentó también una aguda fascinación por los artrópodos –especialmente las arañas–. Se le conoció por editar y ampliar la obra *Insectorum sive Minimorum Animalium Theatrum* una guía ilustrada sobre la vida de los insectos, aunque se creía que fue su autor, él simplemente impulsó el progreso para su publicación la cual fue póstuma, esta obra también tenía contribuciones de

editó planos detallados de ciudades con su estilo propio –por ejemplo, el plan de Basilea en 1615–. Durante 1590, en colaboración con Martin Zeiler, un geógrafo alemán, y más tarde con su propio hijo, Matthäus Merian, el Joven, editó una serie sobre topografía en veintiún volúmenes, o *Topographia Germaniae*. Esta obra fue reeditada varias veces debido a su popularidad. Además, completó las ediciones de Grands Voyages y de Petits Voyages editados por de Bry («Mapas antiguos de Matthäus Merian (*1593 - †1650)», 2022).

Ulises Aldrovandi (1522-1605)

Nacido en Bolonia, notario, filósofo, matemático y médico, notable coleccionista de especímenes naturales de todas partes del mundo albergadas en el Museo que lleva su nombre y que se convirtió en un centro de investigación para la descripción y estudio de especies. Él apelaba a la importancia de las ilustraciones en los tratados de historia natural y reconocía el valor de la fidelidad en la representación, y que él mismo supervisaba. Su proyecto enciclopédico reunía conocimiento de representantes antiguos y clásicos con las nuevas descripciones hechas por él, solo los primeros tres volúmenes de su *Historia Naturalis* (1599-1601) fueron publicados en vida como también un volumen de insectos, los nueve restantes fueron publicaciones póstumas **Fig.9** («Ulisse Aldrovandi», 2023).



Jacopo Ligozzi (1547-1626)

Nacido en Italia, fue pintor, ilustrador, diseñador y miniaturista. Durante su estancia en la corte de los Habsburgo, en Viena, expuso dibujos de ejemplares animales y botánicos **Fig.10**, después se convirtió en uno de los artistas de los Medici. Reconocido por sus representaciones de flora y fauna que presentaba las primeras aceptadas como botánicamente correctas, algunas con raíces finamente detalladas. Recibió algunos encargos para los catálogos de Ulises Aldrovandi («Jacopo Ligozzi», s. f.).

Fig.9
Portada de Ornithologiae libri XII. De Ulises Aldrovandi

Nota. Adaptado de Internet Archive [Fotografía] <https://archive.org/details/vlyssisaldrovand11599aldr/mode/2up>

John Ray (1627-1705)

Nacido en Inglaterra, de madre herbolaria de quien aprendió el gusto por las plantas. Estudió teología, formó a estudiantes en la naturaleza en la *Universidad de Cambridge*, uno de ellos un joven adinerado Francis Willughby con quien realizó exploraciones botánicas en Islas Británicas, Italia, Alemania, Holanda y Francia registrando animales y plantas. En 1660 publica su primer libro de cinco: *Catalogus stirpium circa Cantabrigiam nascentium* **Fig.11**, que contaba con la descripción de 671 especies de plantas. Entre sus aportaciones está la representación de la estructura de plantas mediante observación, experimentación y disección de semillas, donde reconoce dos grupos, con una o dos hojas embrionarias. En 1674 introduce las clasificaciones de monocotiledóneas y dicotiledóneas que aún hoy se usan. Las únicas publicaciones que cuentan con ilustraciones son en las que colaboró con Willughby debido al alto costo que esto significaba. Utilizó sus estudios en



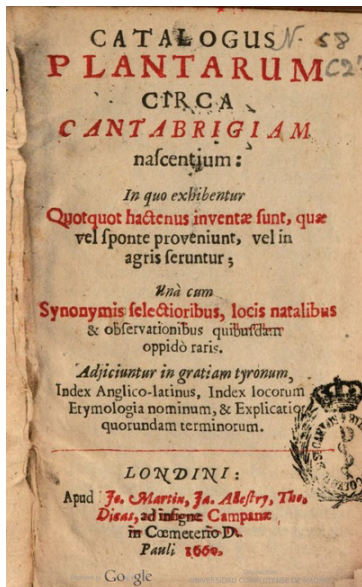
Fig. 10

Psittacus Ararauna

Nota. Adaptado de Jacopo Ligozzi

Wikipedia [Fotografía]

https://es.wikipedia.org/wiki/Jacopo_Ligozzi



Zoología para ridiculizar teorías como la generación espontánea, la existencia de criaturas míticas incluidas en la historia natural clásica, lo que ayudó a colocar las bases científicas en el progreso de la historia natural (Webster, 2018).

Jan Goedart (1620-1668)

Nacido en Países Bajos, investigó la metamorfosis en diferentes insectos, pasó treinta tres años de su vida estudiando y dibujando insectos, trabajo que registró en una única obra, *Metamorphosis et Historia Naturalis Insectorum* **Fig.12** dividida en tres volúmenes que se publicaron en

Fig.11

Portada de *Catalogus Plantarum Circa Cantabrigiam nascentium*.

Nota. Adaptado de Omnia [Fotografía]

https://www.omnia.ie/?navigation_function=3&europeana_query=John+Ray

1662, 1667 y 1669 respectivamente con ilustraciones que él mismo dibujó sin preparación universitaria, en 126 láminas de la anatomía exterior de los insectos en todas sus fases: coleópteros, lepidópteros, hemípteros y dípteros holandeses. Su trabajo fue catalogado como el primero del tipo entomológico en los países bajos y fue una clara influencia de María Sybilla Merian. («Jan Goedart (1617-1668)», s. f.).

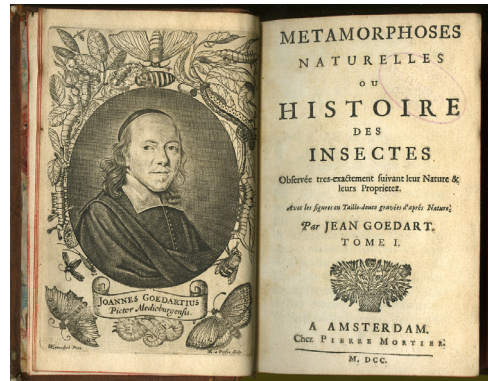


Fig.12
Interior de Metamorphosis et Historia Naturalis Insectorum
 Nota. Adaptada de *UMass Amherst WEB*
 [Fotografía]
<http://scua.library.umass.edu/exhibits/herbal/goedaert.htm>

María Sibylla Merian (1647-1717)

Nacida en Alemania, Hija de Merian “El Viejo”, cuando su padre muere su madre se casa con Jacob Marrel, pintor y grabador de bodegones florales, quien le enseña a Sybilla a pintar y las técnicas del grabado al cobre. Su interés por los insectos desde que era pequeña le llevó a observarlos y dibujarlos durante su vida, se interesó en la metamorfosis de las orugas, sus estadios y lo que comen. Es considerada como la primera entomóloga. En 1665 publicó su primer libro *Blumenbuch*, con doce grabados hechos por ella; su obra publicada cuenta con más de ciento sesenta grabados sobre flores, plantas, arañas, mariposas, aves, anfibios, reptiles, moluscos y mamíferos **Fig.13** (Tyrrell, 2015).



Antonius Van Leeuwenhoek (1632-1723)

Nacido en Países Bajos, fue un hombre sin preparación académica pero interesado en la ciencia. Comienza desde muy joven a interactuar con microscopios, eventualmente construiría sus propios modelos con increíbles mejoras que le permitieron observar el mundo microscópico y a partir de sus descubrimientos e investigaciones (1674) se le consideró el padre de la microbiología. Curiosamente, él nunca dibujó sus registros,

Fig.13
Cacao (1705) para publicación Insectos del Surinam
 Nota. Adaptada de *Botanical Art & Artists*
 [Ilustración]
<https://www.botanicalartandartist.com/about-maria-sibylla-merian.html>

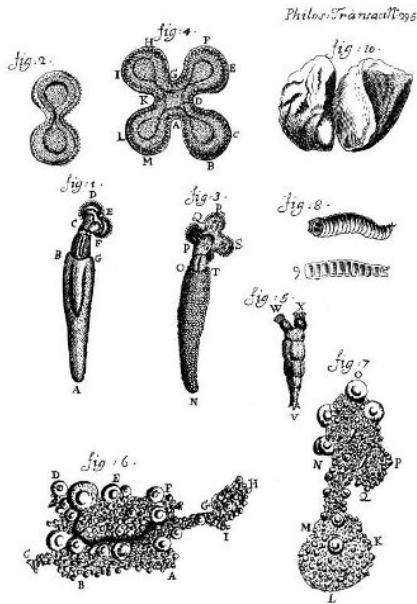


Fig. 14
Dibujos hechos por Leeuwenhoek en la comunicación número 160 enviada a la Sociedad Real Científica de Londres en 1704. Nota. Adaptada de *Atlas de Histología Vegetal y Animal* [Fotografía]
<https://mmegias.webs.uvigo.es/5-celulas/ampliaciones/1-leeuwenhoek.php>

– en su mayoría de plantas, aves y peces –, organizó la flora y la fauna en varias categorías que servirían después a Linneo (Tietz, 2019).

Dru Drury (1725-1804)

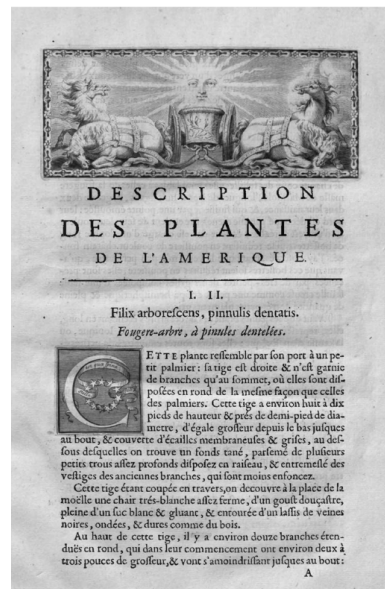
Nacido en Inglaterra, entomólogo, uno de los más importantes, de formación autodidacta. De 1770 a 1787 publicó las ilustraciones de tres volúmenes de *Historia Natural*, donde se exhiben más de 240 figuras de insectos exóticos Fig. 16, que luego fue revisado y reeditado bajo el título de *Ilustraciones exóticas de entomología* en 1837. Creó una de las más vastas colecciones

Fig. 15
Primera página del texto de Plumier de 1693. Nota. Adaptado de *ResearchGate* [Fotografía]
https://www.researchgate.net/figure/The-first-page-of-Description-des-Plantes-de-lAmerique-Plumier-1693_fig2_267766629

las ilustraciones que existen al respecto de sus investigaciones las realizaban artistas que él contrataba para hacerlo y a menudo debía de pedirles que se apuraran porque se detenían tiempo viendo los nuevos descubrimientos de Leeuwenhoek en el microscopio Fig. 14 (Ford, s. f.).

Charles Plumier (1646-1704)

Nacido en Francia, religioso que estudió física, matemáticas, pintura, dibujo y botánica, llevó a cabo tres expediciones principalmente en las Antillas y el Caribe. Recolectó numerosos ejemplares de flora y fauna para las colecciones reales. En 1693 publicó *Description des plantes d'Amérique* Fig. 15, que contenía una gran cantidad de helechos entre otras plantas, en 108 grabados. Dicha obra tuvo tanto éxito que fue nombrado el botánico del rey Luis XIV. Realizó varias publicaciones y entre su legado hay 31 volúmenes de manuscritos y alrededor de 6,000 dibujos



entomológicas con cerca de 11,000 ejemplares de insectos; permitió el acceso a ella de algunos artistas para que realizaran representaciones pictóricas o los estudiaran. La abreviatura Drury se emplea para indicar a Dru Drury como autoridad en la descripción y taxonomía en zoología (Darby, s. f.).

Frederick Ruysch (1638-1731)

Nacido en Países Bajos, con estudios de farmacia y medicina, interesado en anatomía y fisiología humana. Su investigación en preparación y conservación de cadáveres le llevó a inventar un método de talco y cera blanca que al inyectar en forma líquida, al hacer cortes, permitía la observación de estructuras internas y si agregaba pigmento rojo, los órganos se veían más realistas, así consiguió tener una de las colecciones más famosas de Europa. Hizo varias publicaciones sobre su colección, así como de cirugía y conservación de tejidos; entre 1701 y 1716 publica su más importante obra: *Thesaurus anatomicus primus*, misma que se compone de 10 volúmenes ilustrados con 42 calcografías del grabador Cornelius Huyberts. En 1715, el zar Pedro el Grande compró su colección de 1000 ejemplares que después fueron parte del museo de San Petersburgo. Tras su muerte se subastó una colección con 1300 especímenes («Ruysch, Frederick (1638-1731)», s. f.).

Albertus Seba (1665-1736)

Nacido en Alemania y establecido en Ámsterdam, un boticario que preparaba fórmulas farmacéuticas que contenían ingredientes de origen animal, vegetal o mineral. Adquiere especímenes naturales de todas partes del mundo, estudiaba los ejemplares y sus usos terapéuticos. Vende su primera gran colección en 1717 al Zar Pedro el Grande y que después formaría parte del museo de San Petersburgo. Su interés en la preservación de especímenes lo llevó a investigar y practicar técnicas médicas de conservación que permitían que los cuerpos conservaran un aspecto parecido al que tenían en vida. Publicó uno de los libros más sobresalientes de historia natural en 1734 *Locupletissimi Rerum*

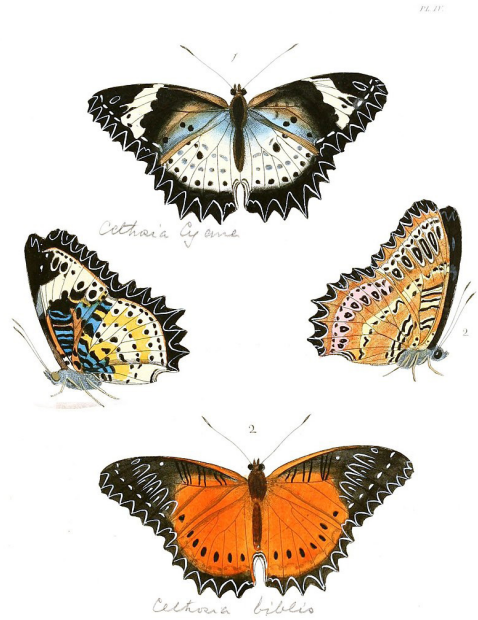


Fig.16

Cethosia species.

Nota. Adaptado de Dru Drury Wikipedia

[Fotografía]

https://en.wikipedia.org/wiki/Dru_Drury

#/media/File:DruryV1P004AA.jpg

tion du Cabinet du Roi en 44 volúmenes **Fig.19**, de los cuales solo 36 se publicaron en vida. Su obra contiene registro sobre cuadrúpedos ovíparos, serpientes, aves, minerales, peces y cetáceos, dio gran importancia a la ilustración, su postura sobre el origen del hombre estaba a favor de la evolución (O'Connor & Robertson, 2004).

John Abbot (1751-1840)

Nacido en Inglaterra, considerado uno de los mejores ilustradores de insectos de su época, desde muy joven presentó un fuerte interés por coleccionarlos y dibujarlos. Fue presentado a Drury quién le dio acceso a su colección naturalista y pronto su trabajo fue reconocido en la Royal Society, donde lo alentaron a ir a Estados Unidos a recolectar y dibujar insectos. Realizó alrededor de 3,000 ilustraciones de insectos y de aves, algunos de sus trabajos están en museos, tanto en Londres como en Estados Unidos. Su colección de especímenes fue enviada a Londres.

La única publicación en la que aparece es *La historia natural de los insectos lepidópteros más raros de Georgia* en 1797, donde el principal autor es James Edward Smith («John Abbot (Condado de Screven)», 2014)

Johann Jacob Roemer (1763-1819)

Nacido en Suiza, médico, entomólogo y botánico, su obra *Genera insectorum* en 1789 es la publicación suiza más atractiva de entomología. Las espléndidas planchas coloreadas a mano, fueron dibujadas y grabadas por el artista suizo J.R. Schellenberg, también entomólogo. La abreviatura «Roem» se emplea para indicar a Johann Jakob Roemer como autoridad en la descripción y clasificación científica de los vegetales. Realizó varias clasificaciones taxonómicas («Johann Jacob Roemer», 2002).

James Edward Smith (1759- 1828)

Nacido en Inglaterra, médico, químico, botánico, pteridólogo, zoólogo, e ilustrador inglés, fundador de la Sociedad Linneana de Londres. Gran ad-

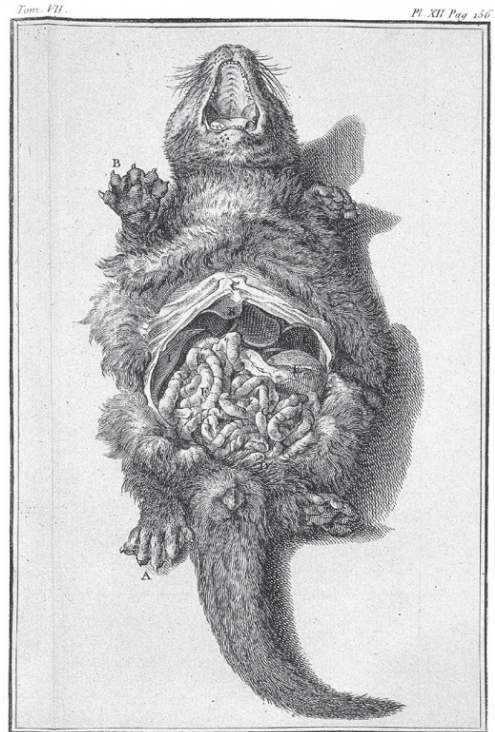


Fig.19
Dibujo de disección anatómica Página 156
del séptimo tomo de *Historia Natural*.
Nota. Adaptada de *Open Edition Books*
[Fotografía]
<https://books.openedition.org/mnhn/3067>



Fig.20
Página 63 English Botany, or, Coloured Figures of British Plants, with their Essential Characters, Synonyms, and Places of Growth. Vol. 7.

Nota. Adaptada de *USU Digital History Collections* [Fotografía]
https://digital.lib.usu.edu/digital/collection/History_sci/id/444

Geoffroy un estudio sobre clasificación de mamíferos en 1795. Fue capaz de reconstruir especies fósiles desconocidas a partir de fragmentos óseos **Fig.21**, además se valió de la teoría del catastrofismo para explicar la desaparición de esas especies. estableció la clasificación natural en cuatro grupos lo que significó avances en el trabajo de clasificación de Linneo, y se opuso totalmente a la teoría evolucionista («Biografía de Georges Cuvier», s. f.).

José Celestino Mutis (1732-1808)

Nacido en España, sacerdote, botánico, geógrafo, matemático, médico y docente. En 1783 dirigió la Real Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada, que durante 30 años, calificaría más de veinte mil especies vegetales y siete

Fig.21
Megatherium, un género de perezosos terrestres del tamaño de un elefante.

Nota. Adaptada de *Biodiversity Heritage Library* [Ilustración]

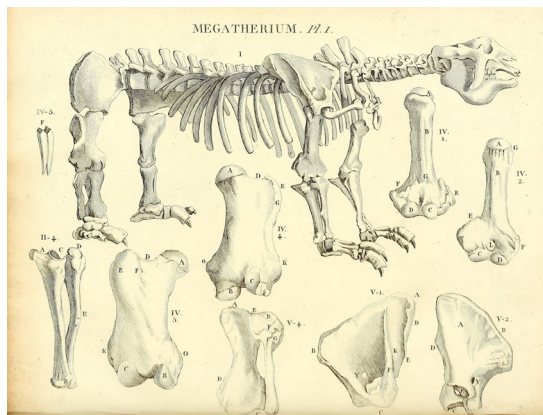
<https://blog.biodiversitylibrary.org/2015/10/proving-extinction-cuvier-and-the-elephantimorpha.html>

mirador del trabajo y colección de Linneo, compró a su hijo la colección que después pertenecería a la sociedad Linneana de Londres, hizo numerosas publicaciones de botánica, sus colecciones y biblioteca fueron visitados por entomólogos y naturalistas del continente europeo. Su primera publicación fue *English Botany: Or, Coloured Figures of British Plants, with Their Essential Characters, Synonyms, and Places of Growth* **Fig.20**, realizada en 1790; también realizó una donde había

aportaciones de descripciones e ilustraciones de James Abbot («James Edward Smith», 2012).

Georges Cuvier (1769-1832)

Nacido en Francia, zoólogo considerado el padre de la anatomía comparada y de la paleontología; publicó junto con Étienne



mil animales del Virreinato de Nueva Granada, lo que hoy es Colombia. Esta fue la expedición más costosa para España con dichos fines en la época, sin embargo, las ilustraciones obtenidas gozan de una alta calidad en representación. Entre los dibujantes se encuentran Salvador Rizo y Francisco Javier Matís, calificado por Humboldt como el mejor ilustrador botánico del mundo («Mutis, Las Ilustraciones De La Real Expedición Botánica Del Nuevo Reino De Granada», s. f.)

Henry Gray (1827-1860)

Nacido en Reino Unido, anatomista y cirujano, aprendió anatomía mediante las disecciones que él mismo hacía. En 1858 publicó su estudio de anatomía que contaba con 750 páginas y contenía 363 ilustraciones hechas por su amigo, el Dr. Henry Vandyke Carter, dibujante experimentado. Debido a sus excelentes ilustraciones, el libro fue un gran éxito, este se tituló, *Anatomía de Gray* Fig.22, el cual aún se publica y es apreciado por los estudiantes de medicina («Henry Gray FRS (1827-1861)», s. f.)

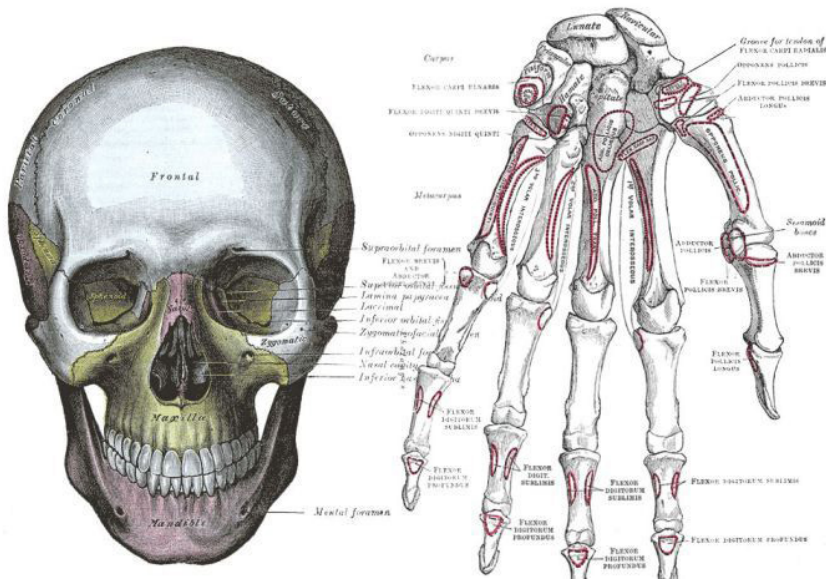


Fig.22
 Ilustraciones 190 y 219 de Gray's Anatomy
 Nota. Adaptada de ABC [Ilustración]
<https://www.abc.net.au/radionational/programs/archived/bodysphere/gray%E2%80%99s-anatomy-a-tale-of-two-doctors/5635018>

Charles Darwin (1809-1882)

Nacido en Reino Unido, naturalista y científico, quien fue un parteaguas en la manera en que las especies naturales se observaron y estudiaron; su

más importante obra publicada fue *El Origen de las Especies* en 1859, que incluía la teoría de la evolución biológica y la selección natural. Acompañó su texto junto con ilustraciones de alto rigor científico, lo cual generó una percepción diferente de la naturaleza. Las exigencias de la nueva ciencia eran más exactas, generando ilustraciones más exactas y menos artísticas (Desmond et al., 2015) (Sánchez & Barroso, 2014).

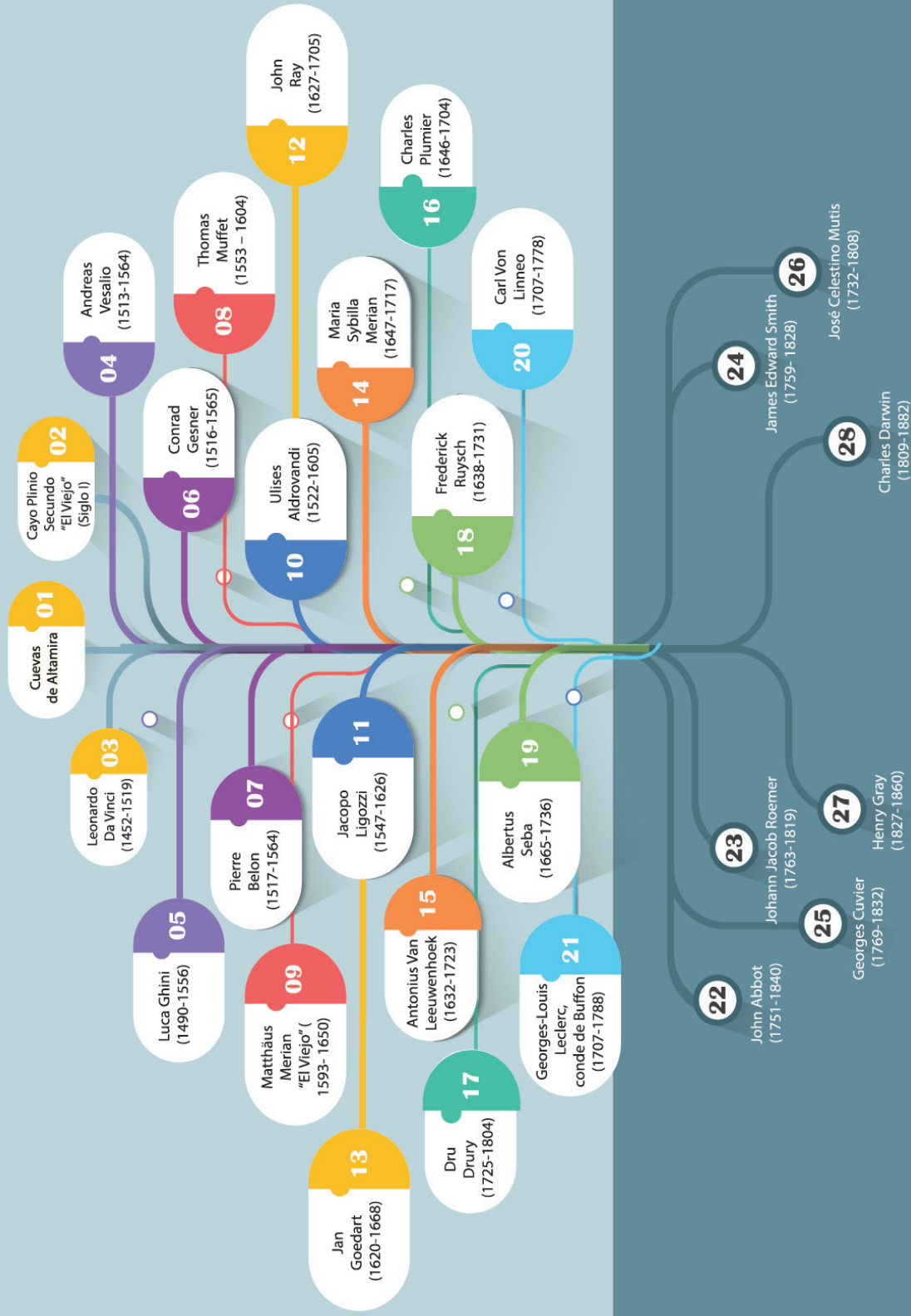
De manera más simplificada, el siguiente diagrama en forma de árbol **Fig. 23** muestra algunos de los naturalistas más relevantes durante los siglos XVI al XVIII, organizados por el año de su primera publicación. Con la intención de mostrar los antecedentes más relevantes de las fuentes consultadas y durante el periodo de mayor auge de este tipo de representaciones y artistas reconocidos, previo al siglo XX y XXI, donde se retoman y reconocen de nuevo a artistas y obra acompañados por los avances tecnológicos para la representación.

Sin embargo, los artistas antes mencionados no son los únicos, otros que no fueron tan conocidos o a los que no se les tomó en cuenta por haber sido contratados en “gabinetes de curiosidades” realizaron sus aportaciones en el avance de las ciencias, especialmente en botánica y medicina, como lo demuestran las breves semblanzas anteriores. Por ello no es de sorprender que estas dos áreas sigan teniendo el mayor número de registros gráficos e históricos. De hecho, existen ejemplos también topográficos, cartográficos, geológicos, químicos, físicos y astronómicos, ciencias que también se han desarrollado durante siglos y que en la descripción de sus estudios han usado diagramas e ilustraciones para transmitir el conocimiento o compartirlo con sus iguales.

Conviene subrayar, que las referencias antes mencionadas pertenecen en su mayoría a una parte del continente europeo y la pregunta obligada sería ¿en ninguna otra parte del mundo hay registros naturalistas? Y la respuesta es que sí, hay otros registros, incluso en Latinoamérica y particularmente en México, tema que se abordará más adelante, pero debido a que estos países europeos han sido potencias económicas, comerciales y conquistadoras, a lo largo de la historia sus logros fueron reconocidos, transmitidos, aceptados y adoptados globalmente como los primeros en su género.

Durante los siglos XVI y XVIII las ilustraciones naturalistas que acompañaban a textos de tipo científico se realizaban por métodos de impresión como el grabado, el huecograbado y la xilografía **Fig.24**. Su reproducción resultaba costosa y más aún si estas ilustraciones se requerían a color, ya que eran pintadas a mano una por una, por lo que hay pocos textos de esos siglos que aparezcan a color. Luego, con la invención de la fotografía parecía que la ilustración quedaría relegada, pero la fotografía no puede dar profundidad

Fig. 23 Los Orígenes de la Ilustración Científica en Europa



*El orden de los personajes históricos esta dado porel año de la primer publicación.



Fig.24
La danza de Muerte de Holbein.
Nota. Adaptado de TOTENAR
Tutoriales [Grabado]
[https://totenart.com/tutoriales/
que-es-la-xilografia/](https://totenart.com/tutoriales/que-es-la-xilografia/)

como ilustradores científicos o se refieran a su obra como ilustración científica. Ocurre también, que debido al desconocimiento no se reconozca el valor que tiene en las investigaciones científicas, que dicho sea de paso, es justo donde pueden situarse estas ilustraciones, a modo de puente, entre el investigador y sus iguales o entre el investigador y el público no especializado. Lo anterior al contemplar la función de la imagen a nivel iconográfico como imagen didáctica, formativa, descriptiva, informativa y divulgativa.

Hay que mencionar que, algunos autores han definido la ilustración científica como una disciplina con rigor científico, con diversas características, como el de ser un tipo de ilustración especializada en razón de su papel, como acompañante en diferentes estudios e investigaciones científicas en las diversas ciencias. Es por ello, que el ilustrador científico puede incursionar en cualquier disciplina científica, siempre de la mano con el investigador o especialista que requiere de la creación de imágenes especializadas, para mostrar estos progresos de forma cualitativa, atractiva y eficaz.

a imágenes microscópicas, ni puede mostrar procesos que a simple vista no capta el lente, por lo que la ilustración científica se abrió paso a lo largo del tiempo.

Es importante conocer los orígenes de la ilustración científica para comprender la importancia de esta disciplina, que desde el siglo XIX se ha ido consolidando diferenciándose de la ilustración naturalista. A pesar de este proceso, hay solo unos cuantos países en el mundo que se han ocupado de profesionalizar tal disciplina, el resto y principalmente Iberoamérica, apenas tiene un puñado de ilustradores científicos en cada país, formados en su mayoría de manera autodidacta. El desconocimiento de la disciplina fuera del círculo de este puñado de ilustradores es prácticamente total.

na fuera del círculo de este puñado de ilustradores es prácticamente total.

Ciertamente, el no tener una profesionalización en el área también propicia que algunos ilustradores de corte naturalista, se autodenominen

Junto con ello, la ilustración científica ha sido descrita también como una disciplina con una sólida base iconográfica, que permite ver el tipo de pensamiento en determinada época histórica, cultural y social, (Rouaux, 2015, p. 25; Krieger, 2002, p. 76). Este se convierte, entonces, en un trabajo colaborativo entre iguales, es decir, profesionales científicos y profesionales ilustradores y no a modo de trabajo subordinado. Situación que ocurre frecuentemente debido a la manera en la que se considera el área del diseño y de las artes frente a las ciencias duras, como un mero ejercicio ornamental y sin trascendencia, Peter Krieger en su artículo, “Investigaciones Estéticas sobre las Ilustraciones Científicas” dice:

Disciplinas como la filosofía y la historia del arte se encuentran marginadas como simple decoración en el campo académico; aún las políticas educativas de muchos países las descalifican como “inútiles” para el desarrollo de la sociedad (Krieger, 2002, p. 72).

¿Cuál es la necesidad que cubre la ilustración científica? Es una cuestión relacionada con su función de comunicar los progresos e investigaciones científicas. Resulta en un trabajo de interpretación para el ilustrador que enriquece las descripciones y postulados científicos, a la vez que se trata de concretar este conocimiento para poder transmitirlo a un variado público receptor (Hodges, 1989). En el artículo “Necesidad de Normalización en Ilustración Científica” los autores (citan a Carney y Levin) refieren que existen estudios, donde se ha demostrado que las ilustraciones, son capaces de incrementar la memoria a corto y largo plazo sobre los temas tratados. Esto significa que el conocimiento que se apoya en ilustraciones es mayormente asimilado y recordado. También se ha encontrado que este tipo de ilustración es capaz de describir fenómenos complejos apoyándose en menor medida del texto (Hernández & Barrio de Santos, 2016, p. 161). Haciendo alusión a un argumento de Aldrovandi vemos la importancia de las imágenes de la siguiente manera:

Y en otro de sus escritos hacía una crítica furibunda contra aquellos que habían infravalorado el poder intelectual de las imágenes considerán las algo así como los libros para los idiotas, cuando en realidad mucho más habría progresado el conocimiento de la naturaleza si ésta hubiese sido pintada con figuras y no contada con palabras (Casanueva & Bolaños, 2011, p. 46).

De este modo, el rigor científico al que responde este tipo de ilustraciones, según el artículo “Personalidad Artística en Ilustración Científica: Un estudio de caso”, nos acerca a la epistemología que provee de metodología a esta disciplina. De manera general, considerando las numerosas especialidades

con las que cuenta, el autor expone tres ámbitos: “la investigación científica de la que se parte (epistemológica), la investigación técnica (metodológica) y la artística (de carácter reflexivo, gnoseológica)” (Ortega, 2019, p. 67).

Conque, si la ilustración científica es tan importante y crucial en la transmisión de conocimiento en sus diversas formas (didáctica, descriptiva, informativa y divulgativa), ¿por qué se considera entonces una disciplina invisible? Como ya se mencionó anteriormente, el desconocimiento de la disciplina no ayuda al reconocimiento de este tipo de ilustración, ni al valor agregado que aporta a las investigaciones. Aunado a lo anterior, los presupuestos en institutos y laboratorios difícilmente consideran la ilustración como parte de la conclusión del trabajo. Dada la anterior circunstancia, aquellos que llegan a hacer conciencia de la importancia e impacto de la ilustración en lo que respecta a la divulgación y comprensión de la obra, es el propio investigador, quien en ocasiones se ocupa de cubrir la parte económica que esto implique.

Cabe mencionar que al ser una disciplina poco conocida, pero utilizada de manera cada vez más frecuente y realizada por profesionales autodidactas, es de extrañar que no se haya normado y profesionalizado dentro de las universidades, pues, es una disciplina que requiere de rigor científico para su aplicación, así como de un sustento académico argumentativo y narrativo, esta es la razón por la que Vega Asensio, reconocida Ilustradora y coordinadora del *Máster de Ilustración Científica en el País Vasco*, designa a la profesión como invisible (Asensio, 2017).

Aunado a lo anterior, en Iberoamérica la cuestión política gubernamental rara vez beneficia o invierte un porcentaje importante en las ciencias, a pesar de saber que su progreso depende de ello. A partir de lo cual, investigaciones importantes difícilmente son dadas a conocer por los costos que esto genera al científico y cuando lo logran incluyen pocas imágenes o en ocasiones ninguna, con lo que el conocimiento no se democratiza ni divulga de forma adecuada.

Más aún, teniendo en cuenta que la situación política y económica en estos países no cambiará de la noche a la mañana, ¿en verdad tiene sentido buscar profesionalizar esta disciplina? La respuesta es sí. Paradójicamente, es la única manera de dar a conocer la disciplina, de introducirla como algo valioso y de aplicarla como una herramienta eficaz para democratizar, difundir y divulgar el conocimiento que se genera en estas naciones.

Algo semejante ocurre con el diseño y la comunicación visual. Aún hoy, empresarios y la sociedad de nuestro país no se han dado cuenta de la pieza estratégica que constituye en el contexto comercial, y es justo en este tiempo de pandemia por COVID-19 que se detonó la necesidad de comercializar

y publicitar de manera virtual con el cliente que no puede tener el producto físicamente, mediante estrategias de comunicación y ventas **Fig.25**.



Fig.25
Tendencias que marcarán el futuro del e-commerce en 2022.
Nota. Adaptado de CIO México
[Artículo informativo]
<https://cio.com.mx/tendencias-que-marcaran-el-futuro-del-ecommerce-en-2022/>

En los últimos años, el aumento de colectivos y el entusiasmo por la ilustración científica, se ha evidenciado en diversos países de Latinoamérica. Durante este tiempo de confinamiento por la emergencia sanitaria, se han ofertado cursos virtuales, charlas, lives en plataformas como Facebook y YouTube con especialistas e ilustradores científicos y aficionados, que nos ha brindado un panorama más amplio de la disciplina en diversos países de Iberoamérica. Además, se ha visibilizado la inquietud generalizada por profesionalizar su práctica, para poder formarse como ilustradores científicos, algo que difícilmente puede lograrse debido a que solo existen algunos cursos o diplomados que refieren a este tema de manera superficial o incluso con formación naturalista botánica, sin abarcar de manera más completa el amplio espectro que abarca la ilustración científica.

En definitiva, el desarrollo y profesionalización de la ilustración científica serán de suma importancia para alcanzar la meta de una sociedad más informada e interesada en el desarrollo y aplicación de la ciencia en nuestro país y en toda Latinoamérica, contribuyendo a un resurgimiento de estos países con dificultades económicas, pero de una riqueza en recursos naturales impresionante.

1.1.- Características de la ilustración científica y sus principales técnicas de dibujo

En primer lugar, a veces se cree que las características que nos permiten reconocer que una ilustración científica en realidad lo es, tienen que ver únicamente con su rigor científico, virtud que comúnmente se confunde con la fiel representación del sujeto o espécimen, incluso con el grado de hiperrealidad de las representaciones, pero en realidad implica más que eso.

A diferencia de la ilustración naturalista, la científica debe ser más precisa, pero, eso no deja afuera su esencia artística o las cualidades estéticas con las que el talento del ilustrador pueda dotarla mediante su propio estilo pictórico. Independientemente, al tema y aplicación que se les dé a estas, el ilustrador, que es quién ejecuta, organiza y compone con determinados elementos gráficos la obra, siempre dejará impreso algo de sí mismo en las ilustraciones (Ortega, 2019, p. 67). De ahí que en frecuentes ocasiones se pueda distinguir la obra de determinado ilustrador.

Ahora, como ya se mencionó, las ilustraciones científicas deben ser precisas y no se puede dar mucha libertad en cuanto beneficiar mayormente a la interpretación o su estética según el ilustrador, entonces ¿es posible distinguir en esta disciplina a los diferentes autores?. La respuesta es sencilla, sí puede ser posible en algunas obras, por la manera en que se aplican las diferentes técnicas de representación, que es donde se puede encontrar sellos característicos del ejecutante, sin perder de vista el rigor científico al que este tipo de ilustración debe de someterse. Entendiendo, desde luego, que la identificación de un autor en la obra no es prioridad en estas imágenes.

Por otro lado, a veces tiende a hablarse sobre la objetividad en las ilustraciones científicas, pero este concepto de objetividad está contextualizado en un panorama general y en el sentido de representar el objeto o espécimen como es, de manera fenotípica o genotípica según sea el caso. Sin embargo, resultaría absurdo referir el concepto de objetividad en el sentido estricto de la palabra, pues toda representación gráfica o pictórica va cargada de la subjetividad del ejecutante, en este caso el ilustrador.

Otro rasgo de la Ilustración científica (en adelante IC), es la tecnología y el software de edición mediante su representación técnica que nos proporcionan una gran cantidad de opciones de mejora y optimización cualitativa, que cuando se elige entre el universo de posibilidades, una imagen entre otras tantas con el mismo objetivo o mismo contenido de información, solo se discrimina mediante una cuestión estética (Köppen, 2010, p. 141) y dicha cualidad está estrechamente relacionada con la subjetividad. El objetivo es-

tricto de la ciencia de describir hechos sin carga emotiva, lo cual es sin duda una meta inalcanzable (Mayor & Flores, 2013, p. 134) en lo que refiere a las representaciones gráficas.

Un punto importante a destacar en las ilustraciones científicas, es que a menudo se clasifican o conceptualizan de esta manera debido a su uso, es decir, que además de los puntos expresados y los que faltan por expresar, se entiende que una ilustración es científica, si acompaña un texto, una investigación o una publicación de carácter científico. El trabajo ha de encontrarse enmarcado, en sentido epistémico, por la comunidad científica a la que pertenezca y de ahí la importancia de su precisión, lo que tendrá por resultado imágenes especializadas, entendibles e interpretadas únicamente por especialistas en el tema. Sin embargo, aquí aparece otra interrogante, ya que hoy en día la divulgación es un nicho de creciente auge para la ilustración científica como puente entre ciencia y público no especializado, ¿la ilustración que se ocupa en divulgación científica no es propiamente científica?

En este sentido, algunos especialistas en el tema han hecho una importante distinción dentro de la disciplina, denominando dos valiosas ramas, 1) la Ilustración para difusión científica que incluye: dibujo técnico, cartel científico, artículo científico, clave taxonómica, manual de procedimientos por nombrar algunos y que va referida a público especializado, 2) Ilustración para divulgación científica, incluye: cartel, infografía, animación, artículo científico, ilustración publicitaria tal como la farmacéutica, es decir, ilustración que acompaña a los empaques de los productos de esta industria (Cuellar, 2020).

Así mismo, este tipo de ilustración también es supervisado por un especialista **Fig.26**, sin embargo, para los fines de divulgación que se requiera, el ilustrador deberá sintetizar la información para que los hechos científicos puedan ser transmitidos y comunicados de manera fácil, entendible y veraz a un público no especializado¹. Se debe agregar que, cada una de estas salidas, especialmente en divulgación, son también adaptables y utilizadas en la difusión y educación científica, aunque con mayor frecuencia se utilizan para comunicar a un público no especializado.

¹ Si bien este es un ejemplo humorístico en cuanto a niveles de representación que valora un especialista en entomología y se comparte como nota recreativa, resulta idónea para ejemplificar que en el caso de la ilustración científica para divulgación, incluso para divulgación infantil, la simplificación de datos en la representación no justifica los errores de contenido y forma, el rigor no puede dejarse de lado, y siempre debe de estar supervisado por un especialista mediante un trabajo colaborativo ilustrador- especialista. Es responsabilidad del ilustrador valorar los elementos que pueden ser libremente estilizados y los que requieren representarse con rigor.

an entomologist rates ant emojis



Fig.26

Un entomólogo valora los emojis de hormigas de diferentes marcas y sus descripciones son divertidas

Nota. Adaptada de *boredpanda* [Fotografía]

https://www.boredpanda.com/entomologist-rates-ant-emojis/?utm_source=pinterest&utm_medium=link&utm_campaign=atixc

En cuanto a las características diseñísticas que tienen que ver con el proceso de producción de este tipo de ilustraciones, hay dos importantes referencias bibliográficas. Por un lado, el libro *The guild handbook of the scientific illustration* (Hodges, 2003), una obra que es tomada como una de las mejores guías para ilustradores científicos en idioma inglés, y por otro lado, se encuentra *Dibujo Científico. Manual para Biólogos que no son dibujantes y dibujantes que no son Biólogos* (Cocucci, 2000) en español y que trata también estos aspectos técnicos en la creación de ilustraciones científicas. Ambos textos son de los más completos, de manera breve y general abordaré una serie de aspectos básicos, propuestos por estos dos autores².

Es necesario recalcar que cada trabajo de ilustración científica se concibe como un proyecto, donde el científico o investigador trabaja con el ilustrador, hablando de las características que requiere representar de su investigación. Lo anterior, claro está, demanda consideraciones como: tiempos estimados, formatos, acabados, revisiones y costos bajo contrato, algo que abordaremos más adelante.

El estudio del sujeto a representar

Antes que nada, se considera al espécimen o “sujeto” a representar y el ilustrador comienza su propia investigación, con todos los datos que pueda recabar que le ayuden a conceptualizar. Ya sea a través tanto del investigador como de fuentes alternas, consigue imágenes existentes, fotografías que él mismo pueda tomar de diferentes ejemplares, con la finalidad de no plasmar alguna anomalía como algo regular. Además se recurre a la observación del comportamiento del sujeto tanto como sea posible, y en los casos pertinentes

² Recientemente el 26 de octubre de 2022, se publicó un “Manual de Ilustración Científica” en castellano por el Colectivo español de *Illustraciencia* y sus colaboradores.

conocimientos de anatomía del ejemplar o uso de instrumentos para observar lo que tiene que registrar cuando esto no es visible a simple vista, como el microscopio o telescopio.

Luz y Sombra

Es importante que el ilustrador tenga una amplia formación en dibujo para entender elementos básicos de luz y sombra que deberán incidir en las representaciones científicas. Estos valores gráficos de luz y sombra, además de ayudar a dar dimensión al objeto representado, proveen de realismo en relación a como se vería ese objeto en estado natural o interacción habitual con su entorno. En el caso específico de la ilustración científica es común encontrar la fuente luminosa arriba a la derecha o izquierda en un ángulo de 45°, algo que puede llevarse a cabo con diferentes técnicas, ya sea en una modalidad monocromática o a color con variaciones tonales **Fig.27**.

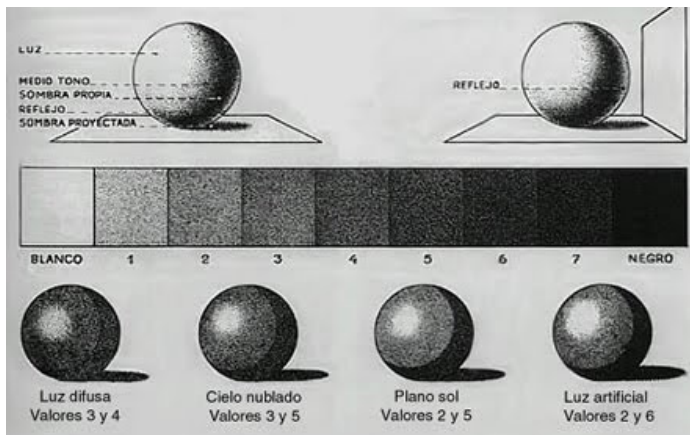


Fig.27

Incidencia de Luz y Sombra

Nota. Adaptada IES Castillo de Luna

[Ilustración], Claroscuro, 2018

<https://educacion-plastica-y-visual-4-eso.webnode.es/claroscuro/>

Fraccionamiento o escala del dibujo

Estas estrategias visuales se aplican para mostrar determinada parte del objeto u organismo a representar. Es usual observarlas dentro de una composición en publicaciones especializadas, educativas o infografías, para especificar cierta información. Los detalles se presentan a menudo a una escala mayor, como si de un *zoom* gráfico se tratará, y aportan información

que a simple vista pasa desapercibida. El recurso, es particularmente usado al dibujar organismos, objetos microscópicos o sumamente lejanos, como en la ilustración astronómica. Otra aplicación de la escala en este tipo de ilustraciones tiene que ver con la precisión del objeto o espécimen real, para lo que se emplean, en medida de lo posible, mediciones sobre lo que se desea enfatizar, trasladando al papel mediante cuadrículas con la escala deseada **Fig.28**.



Fig.28

Escala por cuadrícula

Nota.Adaptada de *Pintura y Artistas*[Ilustración]
Cómo dibujar con cuadrícula paso a paso, 2015,
<https://www.pinturayartistas.com/como-dibujar-con-cuadrícula-paso-a-paso/>

Boceto

El boceto es un dibujo o diseño general, con proporciones y ubicación de luces y sombras de una composición de elementos gráficos **Fig.29**, material que permite hacer correcciones durante el proceso del proyecto, aunque también puede realizarse con otro material como tinta o colores que den una idea del resultado final. Puede hacerse a tamaño definitivo o bien hacerlo a escala a manera de prototipo.

Proporciones

Conviene, ir siempre de lo general a lo particular, es decir, que una representación no se vea deformada o estéticamente desequilibrada. Las proporciones ayudan particularmente en la tarea de representar fielmente un objeto o espécimen. Los detalles se efectúan, después de que tenemos las proporciones generales.

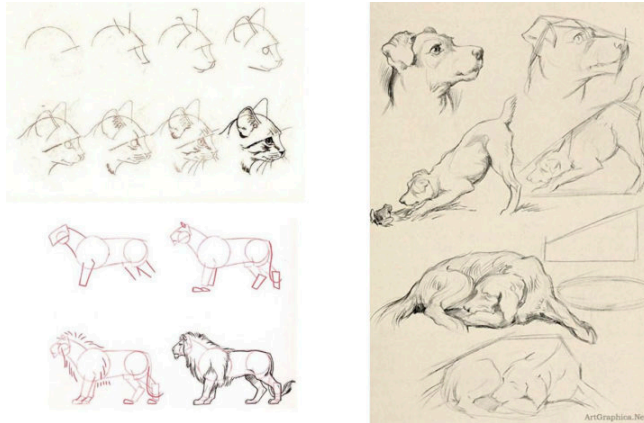


Fig.29

Bocetos de animales

Nota. Adaptada de *UMA Manualidades* [Dibujo], aprender a dibujar paso a paso, 2021
<https://umamanualidades.com/aprender-a-dibujar/>

Perspectiva

Esto es, la representación de un plano desde determinado punto de vista, en la ilustración científica a menudo se representan solo primeros planos, pero no se excluyen otros puntos de fuga, esto dependerá de la intención o lo que convenga para mostrar lo que el investigador desea **Fig.30**.

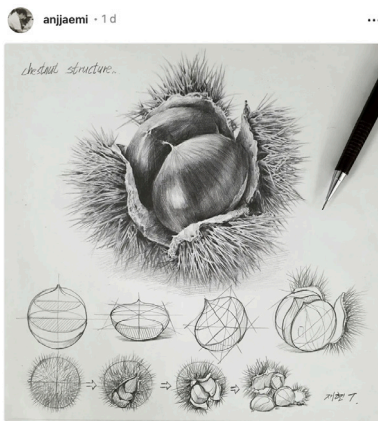


Fig.30

Ilustración con perspectiva

Nota. Adaptada de
 Instagram: @anijaemi
 [Fotografía]
https://www.instagram.com/p/CmoWhTard0z/?utm_source=ig_web_copy_link

Textura

Este elemento ayuda a reconocer las características de diversas superficies (áspero, liso, rugoso, pelaje, escamas, etc.) y por ende valores cualitativos de la especie u objeto, a representarse mediante grafismos específicos como puntos, líneas en determinado sentido o superpuesto (achurado) que a la par pueden utilizarse para crear volumen en la ilustración mediante su saturación.

Dibujos patrones

En el caso de la ilustración científica se recomienda llevar a cabo, dibujos patrones, que son dibujos acabados a lápiz que funcionarán como originales para futuras referencias o posibles proyectos, después se trasladarán al soporte definitivo, a tinta o a color, donde además se colocarán las acotaciones o texto breve que acompañará la lámina. Otro de los motivos para hacer dibujos patrones tiene que ver con la composición, ya que suelen trabajarse en partes separadas³ para dar libertad al ilustrador de experimentar con las opciones y los planos que más convengan a su composición, especialmente cuando no es una ilustración digital.

Correcciones

Durante la etapa de bocetaje y composición se deben acordar reuniones entre el ilustrador y el científico para que puedan convenirse y realizarse las correcciones pertinentes según las necesidades que el científico haya planteado desde el inicio, para que puedan llevar a buen término el proyecto con la ilustración definitiva. Las reuniones deben ser consideradas dentro del contrato que debe presentarse al científico, instituto o institución con quien el ilustrador colabore. Lo anterior en particular en el caso de ser ilustrador independiente para no llevarlas a un número indefinido que alargue el proyecto y genere mayores gastos para alguna de las partes.

Preparación de las ilustraciones para reproducción

Debe tomarse en cuenta la composición de la ilustración final para elegir los elementos que la van a integrar. No deben repetirse elementos a menos que estos sean puestos en otra escala y separados para denotar alguna estructura o detalle en el que se quiera hacer énfasis. También debe tomarse en cuenta el formato en que la ilustración se va a reproducir (digital, revista, libro, folleto, manual, cartel, etc.), así como los formatos en que se solicite entregarlos. Cabe mencionar que el original no se entrega a menos que así se haya acordado en el contrato y esto tiene que ver con los derechos que se van a ceder. Es importante tomar en cuenta estas cuestiones legales desde el inicio en la estructuración del contrato.

Composición

Se debe considerar un equilibrio de formas y tonos que contrasten; mediante los patrones individuales debe de crearse un orden coincidente con la explicación o texto acompañante de la ilustración. Los patrones se marcan en la superficie o formato de la lámina (soporte de la ilustración

³ Esta práctica se realizaba comúnmente para obtener una composición óptima; sin embargo, con el avance tecnológico y las herramientas que brinda, ahora es poco frecuente y es posible que se realice especialmente por ilustradores amateurs o sin acceso ni conocimiento de las herramientas tecnológicas, pero es necesario mencionarlo porque hasta hace un par de décadas aún era habitual.

final), la mejor manera de colocar los dibujos patrones es hacer primero los de mayor tamaño y en los espacios sobrantes los de menor tamaño, observando un equilibrio en el espacio y propiciando que algunos de los dibujos patrones toquen los contornos de la lámina que los delimita.

Acotaciones

Una vez que la composición de elementos está lista, se colocan las indicaciones, escalas y textos que deben acompañar las láminas, independientemente del texto de investigación en su totalidad o texto de la publicación misma. Esto puede incluir flechas, números, líneas, etc.

Legibilidad

Cabe señalar que, la ilustración científica es principalmente usada para impresos, aunque con el avance tecnológico empieza a ganar campo en los formatos digitales. En ambos casos, la ilustración científica debe ser legible a la hora de reproducirse o reducirse en el medio que se requiera, debe ser clara de manera visual y conceptual. La reducción e incluso la ampliación tienen que ver con la manera y formato de creación versus su formato final. En el caso digital también se relaciona con los diferentes formatos en los que pudiera proyectarse, como monitores, tabletas o móviles, en cada uno de los cuales deberá poder apreciarse correctamente tanto la imagen como el texto que la acompañe.

Limpieza

Al igual que cualquier otro trabajo profesional, las ilustraciones deben no solo tener una buena presentación, sino también limpieza. Las manchas, arrugas, o parches son inaceptables, las líneas de trazado deben ser cuidadas, así como la aplicación de técnicas pictóricas. Estas características no deben parecer descuidadas, a menos que ese sea el propósito para representar algo en especial. Cada detalle debe ser atendido.

Color

Con referencia a las ilustraciones de este tipo, durante algún tiempo fueron monocromáticas con la finalidad de hacer énfasis en la información representada más que en elementos o factores que pudieran entorpecer u obstaculizar la comunicación de elementos científicos. Lo cierto es que hoy en día se integra regularmente el color con la finalidad de transmitir información cualitativa del espécimen u objeto a representar. La fidelidad del color puede ayudar en casos educativos o de la práctica laboral, como es el caso de las representaciones educativas en el área médica de la cirugía donde particularmente el color resulta simbólico en enseñanza para reconocer las partes de los órganos que se intervendrán. **Fig.31.**

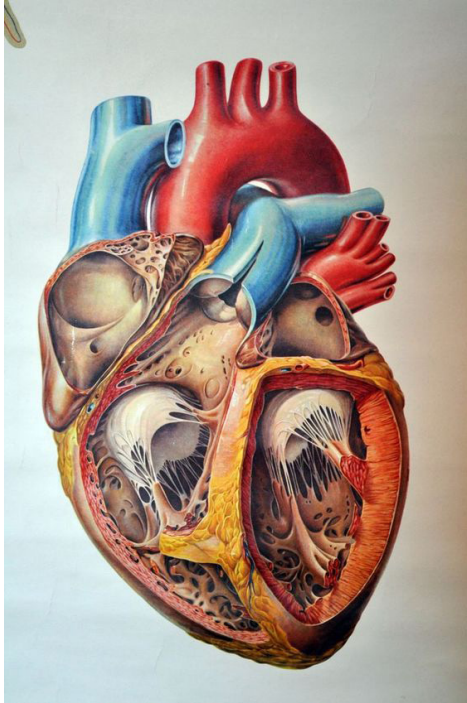


Fig.31
Ilustración disección de corazón.
Nota. Adaptada de *Pinterest* [Ilustración]
<https://pin.it/67MQMgO>

Técnicas de dibujo

Las técnicas que se usaron históricamente en el dibujo naturalista y a principios de la ilustración científica fueron el lápiz de grafito para bocetar y su pasado a tinta, lo que permitía el acabado monocromático. Hoy en día las técnicas que se utilizan son diversas, pero se alienta mayormente el uso de acuarela. Con la llegada de la tecnología se sumó a este tipo de herramientas la utilización de software y se logró otro tipo de acabados, se ayudó a retocar una ilustración en técnica tradicional para optimizar su calidad e impacto en publicaciones. Así mismo, con frecuencia se ocupan técnicas meramente digitales en ilustraciones científicas para la divulgación de infografías.

Contratos

Es uno de los puntos más importantes en cada proyecto de ilustración, especialmente para los ilustradores independientes, ya que evitará malentendidos, así como la prolongación de proyectos. Este tipo de dinámicas puede afectar en tiempos no solo al ilustrador, sino también al científico en cuanto a entregas. También se considera delimitar el número de revisiones para ajustes y cambios y el costo adicional por imprevistos o adiciones que deseen realizarse después de firmar contratos. De esta manera se optimiza el trabajo y se respeta y valora la integridad de la colaboración profesional interdisciplinaria, los derechos y

obligaciones de las partes. Así mismo, se acuerda el tipo de derechos que se ceden y la atribución moral al autor o no, además de los incentivos monetarios que cada opción genera (imprescindible conocer la ley de derechos de autor).

Por último, cada uno de los aspectos generales antes mencionados deben ser considerados en la creación de ilustraciones científicas, para optimizar recursos, tiempos y resultados. Sin embargo, cada una de las ciencias que solicita los servicios de un ilustrador científico tendrán consideraciones particulares a tomar en cuenta que guiarán los proyectos. Dichas consideraciones pueden ser, por ejemplo, la utilización de instrumentos especializados como el microscopio o telescopio, manejo de especímenes o muestras, e incluso una particular interpretación y uso de símbolos que las distinguen de otras ciencias, por lo que una vez más el trabajo colaborativo ilustrador-científico es imprescindible.

1.2.- Implicaciones teóricas de la ilustración científica.

En la actualidad la ilustración científica ha rastreado sus orígenes y constantemente, nos remiten a la ilustración naturalista y en consecuencia, a una parte importante dentro de la historia de la humanidad. Tomando en consideración que hay autores que debaten sobre si las pinturas rupestres son parte de este origen, la opinión de quienes aluden que las características de estas no son fortuitas sino intencionales, contrasta con la de aquellos que argumentan que estas suposiciones no tienen fundamento. Lo cierto es que la necesidad en el ser humano por representar es innata, y mejor dicho, por ilustrar es innegable.

Partiendo de esta última afirmación, es necesario saber identificar los alcances del concepto “ilustrar”, después de todo, es parte principal de cómo nombramos a la disciplina de la “Ilustración Científica”. En el texto *Ilustración, Comunicación y Aprendizaje* (Duran, 2005, p. 239), la autora define a la ilustración como una imagen narrativa y persuasiva, mencionando la manera en que profesionales de la ilustración la conciben como una rama de la pintura y el dibujo, destinada al gran público, haciendo énfasis en que para los investigadores del tema, la ilustración es más que otra cosa un lenguaje narrativo y en el caso de la IC, ilustrar narrativamente procesos

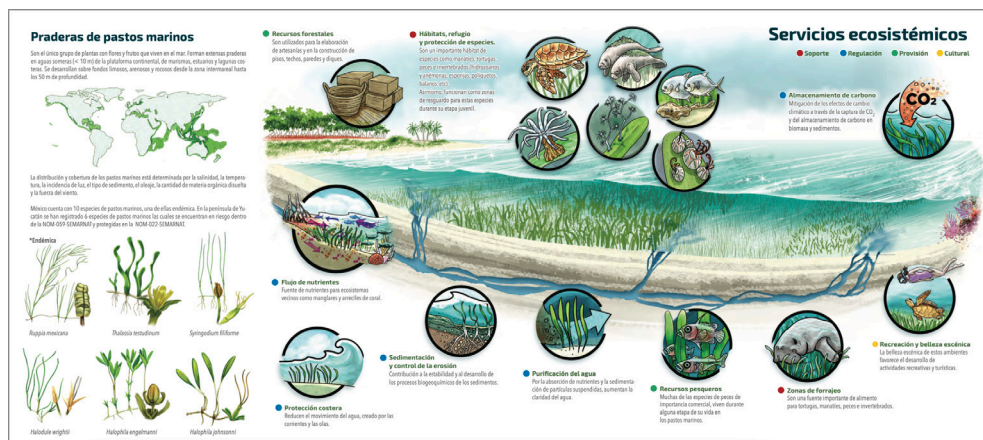


Fig.32 Interior de tríptico Guía de los Servicios Ecosistémicos de las Praderas de Pastos Marinos de la Península de Yucatán (Ilustración de Alberto Guerra).

Nota. Adaptada de BioCon-Repository [Ilustración]

<https://sites.google.com/view/bioconservacion/gu%C3%ADas/gu%C3%ADas-serie-ii/praderas-de-pastos-marinos-gu%C3%ADa-de-servicios-ecosist%C3%A9micos?authuser=0>

El texto también refiere a John Vernon – Lord, quien es un ilustrador y catedrático británico de renombre y afirma:

La ilustración es un arte instructivo: [...] enriquece nuestro conocimiento visual y la percepción de las cosas. [...] interpreta y complementa un texto o clarifica visualmente las cosas que no se dejan expresar con palabras. [...] pueden explicar el significado mediante esquemas o diagramas o exponer conceptos imposibles de comprender mediante una manera convencional (Duran, 2005, p. 240).

Como se muestra, la ilustración científica cumple con los parámetros antes nombrados, no sólo por la implicación de ilustración en la definición anterior, sino particularmente por la naturaleza de las imágenes en este rubro y su aplicación en sus tres salidas comunicativas –difusión, educación y divulgación–, mediante el rigor científico requerido para estas ilustraciones. Sobre todo, dado su valor **instructivo**, que busca dar a conocer cómo son las cosas, mediante **esquemas** o **diagramas**; particularmente en cuestiones de difusión de las investigaciones, **complementan** y **clarifican** el texto. Luego entonces vuelven a esa cualidad **instructiva**, dado que las palabras no alcanzan, “el dibujo de un gato por muy deficiente que sea, o por muy estilizado que esté, tiene mayor cercanía con los gatos reales que la palabra “gato”” (Zamora, 2006, p. 133).

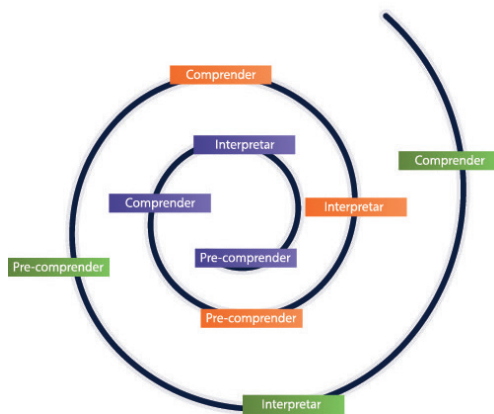


Fig.33
Círculo o espiral hermenéutica

De tal forma, observamos un círculo hermenéutico⁴, ejemplificado en el proceso de la ilustración, donde el profesional tiene que comprender desde su modo de ser y ver, es decir, desde su relación con el objeto de estudio, previo a interpretarlo, y una vez interpretado, en este caso mediante la ilustración se genera una particular comprensión, dice Zamora que las interpretaciones llevan consigo una comprensión nueva en este caso del objeto de estudio **Fig.33**. Si a ello le sumamos la percepción (comprensión) del espectador, el ciclo vuelve a empezar. Lo dicho hasta aquí, es importante, pues, desde el punto

4 Comprendemos el mundo dentro de un círculo o espiral hermenéutica, dónde cada ciclo presupone los anteriores profundizando en el sentido de las cosas, los sentidos se van sobreponiendo o incluso se van mezclando entre sí emergiendo nuevos sentidos y este proceso es la condición misma de comprender. Adaptado del Capítulo 9 del libro *Filosofía de la Imagen* de Fernando Zamora.

de vista de la formación en artes y diseño de un ilustrador científico, el aspecto predominante que puede aportar es justo la parte referente a teoría de la imagen en el ejercicio de su creación, que constituyen el fundamento de estas imágenes especializadas y el impacto que pueden generar en la transmisión de conocimientos.

Así pues, como imágenes que son, las ilustraciones científicas no pueden escapar a los aspectos de teoría de la imagen, que están presentes a través del inconsciente intencional de su creador. Sin embargo, tal como planeamos y delimitamos las características de nuestros proyectos de ilustración en cuanto a valores gráficos, es necesario considerar conscientemente la intencionalidad icónica, semiótica y hermenéutica. Zamora dice: “volverse consciente sería entonces, salir del caos e ingresar a un orden formal” (Zamora, 2006, p. 109) y no solo por llevar a cabo un proceso organizado, sino porque en gran medida de esto depende el éxito persuasivo de la imagen en la que el aspecto azaroso se reduce al mínimo y la intencionalidad tiene un punto de partida y un consecuente resultado dirigido.

Además, si se considera la dimensión semiótica y retórica de la imagen, hay que retomar la evidencia que se ha encontrado respecto a cómo en ocasiones, textos e investigaciones complejas con lenguaje especializado tienden a comprenderse de manera simple y más clara a partir de ilustraciones, que explican visualmente lo que se quería decir. Recordemos asimismo la función de una representación gráfica y visual sin importar su iconicidad –que implica la capacidad de ser un sustituto del objeto–, sin dejar de lado el valor ontológico. Hans Jonas en *Homo pictor: sobre la libertad de la imagen* (1994) comenta,

[...]una cosa se convierte en imagen de otra en virtud de una relación de similitud entre ellas, la cual es establecida intencionalmente por alguien. Pero dicha similitud es necesariamente inexacta, puesto que la imagen y la cosa nunca van a ser idénticas: a eso lo llama “imperfección ontológica”⁵ (Zamora, 2006, p. 114) Fig.34, 35 .

Lo anterior implica reconocer, a través de la representación, la referencia convencional a la que se alude a modo de sustitución del objeto real, pero se entiende que no es el objeto real.

Desde luego, los niveles icónicos importan, no solo desde la percepción, tema incluido en la teoría de la imagen y ligado a otros aspectos, desde los cuales se puede analizar una imagen, tal como la fenomenología o el estudio del contexto cultural y la convención significante, sino particularmente

⁵ Por sí mismas, una fotografía o una ilustración en un nivel icónico mimético representa al objeto de estudio en esa imperfección otológica que refiere, sin embargo, el objetivo de la ilustración científica va más allá, buscando no solo representar cosas, sino principalmente procesos, incluso partes de un todo que a simple vista no pueden verse. Los ejemplos de las **figuras 34 y 35** resultan en imágenes naturalistas y divulgativas más que científicas.



Fig.34
Alzacola en la sierra del Molar, uno de los últimos refugios de la especie en la Comunidad Valenciana
 Nota. Adaptada de Amigos de los Humedales del Sur de Alicante [Fotografía]
<https://ahsa.org.es/avifauna/mantener-al-alzacola-vulnerable>



Alzacola Rojizo
 (Cercotrichas galactotes)

Fig.35
Alzacola Rojizo en acuarela
 Autor: Paola Fernández Bernal

dependiendo del objetivo que deseemos alcanzar o la salida comunicativa en que la emplearemos. Sin duda no es lo mismo una imagen sintética para una señalética **Fig.36** o una pintura realista **Fig.37**, no comunican lo mismo, los soportes no son los mismos y menos el contexto en que se integran.



Fig.36
Señalética personalizada.
 Nota. Adaptada de NONAME [Fotografía]
<https://nonamepublicidad.com/product/señalética-personalizada/>



Fig.37
Clare Bridge una artista contemporánea de la pintura figurativa.
 Nota. Adaptada de Por Amor al Arte [Pintura]
<https://porelamoralarte.blogspot.com/2014/06/claire-bridge-una-artista-contemporane>.

Con estos considerandos en mente, la ilustración científica desarrollada por un especialista en creación de imágenes, particularmente un ilustrador con formación en arte y/o diseño, se beneficia no solo de la esteticidad que pueda aportar el talento y maestría como ilustrador, sino que además se construye con las características de una previa proyección comunicativa y significativa consciente.

De la misma forma que otros tipos de ilustración, la ilustración científica responde a las necesidades de salida, es decir, al tipo de soporte que será su destino. Sin embargo, también se deben tomar en cuenta los caminos comunicativos—ya sea, difusión, educación, divulgación—. Por ello, se toman consideraciones sobre tamaño de originales, composición, color, monocromía, técnica, impresión y todo aquello que pueda mejorar la imagen, misma que, en la mayoría de los casos, será complemento del texto que acompañe. Otra consideración sería también el nivel de rigor científico requerido.

Lo anterior hace referencia especialmente al público al que va dirigido; si es difusión, significa que el público al que se destina es especializado en un determinado tema y se puede ser tan específico y riguroso como el texto lo demande. En el otro extremo está la divulgación, donde las ilustraciones, si ya son existentes, requieren ajustes comunicativos, o ser creadas de forma que comuniquen de manera simple o sencilla a un público no especializado.

Aunque las características de la planeación de una imagen en sentido técnico de creación son una constante para los ilustradores, que devienen de su formación en arte y diseño, Gombrich refiere las consideraciones de Burckhardt sobre toda obra de arte, lo cual calificó como «fuerza de mercado»; la interacción de la oferta y la demanda. Ya que incluso las obras que no eran encargos en su mayoría se produjeron con la esperanza de despertar interés y encontrar un comprador» (Gombrich, 2003, p. 6). Como caso típico vemos a la idea romántica de que el arte no se debe considerar un producto para comerciar, al argumentarse que el arte tiene un carácter más elevado, lleno de sensibilidad, talento y misticismo, mismo que no se crea en función de venta. Pero más allá de eso, la aseveración de Burckhardt tiene un importante sesgo en la creación de imágenes relacionado con su intencionalidad y el interés de un consumidor objetivo.

De tal manera que, retornando a las ilustraciones científicas, se debe expresar su valor estético. Estas a menudo no sólo son precisas y con un alto nivel icónico (acercándose a la mimesis), sino que también suelen ser atractivas, pues entre otras cosas es una de sus características comunicativas. Este tipo de imagen, además de gestarse bajo demanda y de forma colaborativa ilustrador-investigador, se puede decir que tiene un mercado en diferentes niveles.

En primera instancia tiene que ver con el investigador que requiere complementar su trabajo de investigación, aquí el ilustrador trabaja de manera cercana para conocer las necesidades gráficas requeridas en la imagen en cuestión y una vez que el investigador presenta sus requerimientos y el camino comunicativo (educativo, difusión o divulgación), el ilustrador no solo deberá considerar a su cliente directo sino al público destinatario y con esta información, hacer una síntesis gráfica óptima. Cabe enfatizar que dependiendo de lo anterior buscará comunicar de la mejor manera y es donde la semiótica y hermenéutica deben involucrarse, pues los signos que utilice darán significado a su creación y las convenciones sígnicas permitirán una correcta comunicación dependiendo del contexto cultural de la imagen.

En este sentido, Gombrich nos habla del desplazamiento de la demanda y nos dice que la obra está sujeta a las innovaciones técnicas (Gombrich, 2003, p. 7), es así, como se puede reconocer el desplazamiento al seguir la huella de la ilustración científica. Retomando su origen, vemos primero un desplazamiento de carácter histórico pero ligado a la tecnología disponible al momento. Un ejemplo claro son los bestiarios medievales, que empezaron a surgir a medida que las expediciones a tierras “desconocidas” se hacían más frecuentes, mismas en las que los marinos llegaban a atrapar ejemplares animales, pero que debido a las largas distancias a menudo llegaban muertos e incluso desmembrados.

Por esta razón, cuando arribaban a puerto, los dueños de colecciones exóticas o de lo que se llamaba “gabinetes de curiosidades” los adquirían para exhibirlos y para representarlos (Simmons & Snider, 2009). Sin embargo, al no saber realmente cómo eran en vida, echaban mano del imaginario colectivo y representaban en muchos de los casos criaturas fantásticas dotadas de características medicinales o míticas **Fig.38**. Luego, con el progreso de la ciencia, del transporte y colonización de tierras, llegó a ser más fácil el conocimiento y reconocimiento de especies y se dejaron esas representaciones fantásticas para la literatura de ficción.



Fig.38
Representación de salamandra en bestiario medieval.
Nota. Adaptada de *Super Curioso*.
[Pintura]
<https://supercurioso.com/criaturas-de-los-bestiarios-medievales/>

Ahora, el desplazamiento que podemos notar es de carácter tecnológico, en plena delimitación y reconocimiento de la disciplina de la ilustración científica –especialmente en Iberoamérica–, se ha dado un creciente auge a las ilustraciones digitales que parecen ser más atractivas y cómodas en cuestión de soporte y reproducción para los ilustradores científicos. Sin embargo, la historia también nos cuenta que en sus inicios, lo que era la ilustración naturalista, en su mayoría se realizaba con técnicas pictóricas análogas y sistemas de impresión costosos, que en su momento era la mejor tecnología disponible.

Es así, que considerando la tecnología disponible en cada etapa histórica, las representaciones no solo se adaptan a las mejoras hechas en las herramientas y soportes disponibles, sino que parecen llevar un rumbo paralelo en cuanto a mejoras, en este caso para ejecutar la obra, junto con ello la ilustración se beneficia en otros aspectos como costos accesibles que permiten mayor reproducción y por ende mayor exposición visual de la obra. Además, de procesos más sintéticos que reducen tiempo.

Para finales del siglo XX, cuando empieza a consolidarse la ilustración científica y diferenciarse de la naturalista, se hacían ilustraciones monocromáticas para la reducción en costos de reproducción y también porque se pensaba que de este modo la atención se centraría en la información importante y no se distraería al observador. Luego se dieron cuenta de que, en la imagen, el color arrojaba datos valiosos del objeto de estudio reales o simbólicos y con el avance tecnológico y reducción de costos de impresión, cada vez fue más frecuente que se integraran imágenes a color, especialmente en las revistas de ciencia. Cabe destacar que una de las técnicas análogas por excelencia de esta disciplina es la acuarela, por las transparencias que puede brindar.

En esta construcción y delimitación de la ilustración científica se han dado parámetros que coinciden con los de la ilustración en general, por lo cual solo basta con que consultemos a Elaine Hodges, quien es la autoridad más reconocida en el tema, cuyo trabajo destaca características no sólo gráficas en la planificación y ejecución de este tipo de imágenes, sino características específicas que responden según el área de la ciencia a la que complementen. Sin embargo, me gustaría enfatizar algunos criterios fundamentales que por su parte, menciona Janiszewski sobre la imagen (Moles & Janiszewski, 1990, pp. 41-43,60,61) y que en la ilustración científica toman un sentido particular.

En primer lugar, la documentación, que según Janiszewski, es una herramienta valiosa para el grafista, y es un criterio ligado a la observación. En cada uno de los proyectos de ilustración es necesario documentarse sobre imágenes existentes que se toman de referencia como modelo o para

tomar un camino alternativo que permita realizar una imagen creativa. Para llevar a cabo una ilustración científica, ya sea en los pocos manuales, *papers* y formación en cursos, talleres, diplomados y colectivos que hay, el primer paso es siempre la documentación, no solo para tener un bagaje visual a la hora de representar, sino especialmente por el rigor científico de estas imágenes, que demandan precisión. Dado lo anterior, la documentación no solo es visual, pues en gran medida se requiere consultar textos confiables que hablen y describan el objeto de estudio en cuestión, o nos hable de su morfología para representar verazmente.

En segundo lugar, se podría mencionar la complejidad que parte del número de elementos relacionados con la composición y la distribución de dichos elementos en el espacio gráfico (soporte), donde intervienen conceptos básicos como equilibrio, peso, proporción y jerarquía –éste último de gran valor en la ilustración científica. La composición en imágenes para ilustración científica utiliza la jerarquía de elementos, donde se muestra por lo regular una vista general del objeto de estudio, haciendo énfasis en características particulares que se deseen mostrar, las imágenes que pueden dar mayor importancia mediante tamaño de elemento, ya sea de lo general o de lo particular según sea el objetivo.

Por otro lado, se tiene también el criterio de universalidad, donde se habla del uso de signos convencionales que propician un entendimiento a un público mayor, específicamente fuera del contexto geográfico de su creación. Las convenciones sígnicas, particularmente en ciertos países, se usan en la creación de imágenes y son entendidas en el contexto en el que se encuentra el ilustrador y el público a quien se dirige ya que podría no haber una comprensión del todo si la ilustración se socializa en otro contexto cultural, donde las convenciones sígnicas sean diferentes. Aunque la cultura de masas y globalización han reducido en gran medida las convenciones sígnicas endémicas, de forma geográfica y cultural existen algunas particulares que se encuentran como parte de la identidad de una nación o cultura.

En cuanto al poder de fascinación, se puede reconocer que *una imagen que fascina es una de la que no se puede apartar la mirada*, el propio autor admite que es un concepto poco claro, pues tiene que ver con la percepción del observador y la percepción es aún un tema complejo. Hoy en día otros autores llaman a este poder como el “*factor wow*”, que implica que se trata de una imagen de alto impacto visual, comercial, etc., algo así como un *eureka* que trata de encontrarse mediante la manipulación justo de los criterios que menciona Janisewzki y al mismo tiempo alude a lo azaroso de este resultado.

En concordancia con los criterios antes descritos, a menudo las ilustraciones científicas tienen este carácter de fascinación por dos vías, una que tiene que ver con la maestría técnica de su creación y otra por lo que muestra o comunica. Aunque el poder de fascinación tiene características generales de pregnancia que permiten atraer a un gran número de espectadores, en gran parte dependerá de la percepción de quien mire. El tema de la percepción visual que deviene de la fenomenología de la imagen, misma que Zamora devela como fenómeno que responde al mirar, acto que va más allá de la actividad fisiológica. Puesto que, mirar tiene la carga emotiva y juiciosa del sujeto, es una acción que se construye y reconstruye mediante la información que va recibiendo a lo largo del tiempo, por lo que deja de ser una cuestión objetiva (Zamora, 2006, p. 265).

Asimismo, la pregnancia que contenga una imagen de la ilustración científica ayudará a retener la atención del lector del documento en que se encuentre, por eso es tan importante el buen manejo de estos elementos teóricos a la hora de planear una ilustración. Abraham Moles comenta de manera general que “la pregnancia de una forma es la dictadura con que ésta forma se impone en el espíritu ejercida sobre el movimiento de los ojos y que la organización, es el verdadero secreto de la percepción, ya que esta es la operación – una operación intelectual – que transforma la operación en mensaje” (Moles & Janiszewski, 1990, p. 17). Con frecuencia destinamos mayor tiempo a explorar y conocer aquello que nos atrae, ya sea porque nos parece atractivo o interesante. así es como las ilustraciones de este tipo le dan un valor agregado a los textos que acompañan.

Con ello no se afirma que la ilustración se pondere por encima del texto, pero si se habla de una complementación, ya que sin importar cuán pregnante sea una ilustración, el texto requiere ponernos en contexto de lo que estamos viendo, especialmente en los textos científicos. De otro modo la imagen se perderá en un mundo de interpretaciones dadas por la percepción, ya que “precisamos siempre del texto, aunque el material icónico sea necesario y seduzca enormemente al lector” (Obiols, 2004, p. 35). A pesar de que todo lo que tiene que ver con la ciencia lleva la etiqueta de ser objetivo, incluyendo la ilustración científica, la percepción juega un papel importante en el mundo del observador “el hecho de que en cualquier experiencia perceptiva el sujeto realiza modificaciones perceptuales del objeto (real o imaginario), pero siempre dentro de los límites establecidos del núcleo *noemático*”⁶ (Zamora, 2006, p. 246).

Junto con ello, nuestro entorno cultural, social y experiencias se convierten en influencia directa de cómo percibimos las cosas, y qué tan familiarizados es-

6 Noéma es el resultado de la noésis y esta es la relación del sujeto con el objeto.

tamos con determinada información, sea textual, visual, etc., así que nuestra forma de ver no sólo está condicionada por nuestra capacidad visual fisiológica, sino también con la comprensión de signos que tengamos. Es decir, aunque las imágenes que vemos en su mayoría están dentro de la semántica visual que utilizamos, y que dentro de un país, las diferencias locales y foráneas se encuentran dentro de los límites de esa semántica, es probable que pueda diferir, por ejemplo, de un continente a otro, dejando de lado la cultura de masas y la globalización de la información. El mismo efecto se da con respecto a la temporalidad y la época, ya lo expresaba Nuria Obiols (Obiols, 2004) diciendo que las representaciones responden a las exigencias de la sociedad en las que se propagan, y se añadiría, a los momentos históricos temporales a los que pertenecen.

Existe otro elemento importante del que se habló y es la consideración del espacio editorial, anteriormente se mencionó tomar en cuenta el canal de salida de la imagen conjuntamente con el formato y reproductibilidad, pero este punto específico tiene que ver con el espacio real que ocupará en la retícula editorial, ya sea un impreso o un formato digital. Lo anterior ayudará a tomar decisiones de orientación de formato o hacer sugerencias; quizás retomar un elemento de la composición y colocarlo individualmente, o consideraciones sobre cajas de texto en interacción con la imagen **Fig.39**. Y aunque no son decisiones que competan a un ilustrador, es necesario considerarlas en medida de lo posible para poder optimizar la creación de su imagen y trabajar conjuntamente con el diseño editorial determinado, donde se insertará finalmente la ilustración.

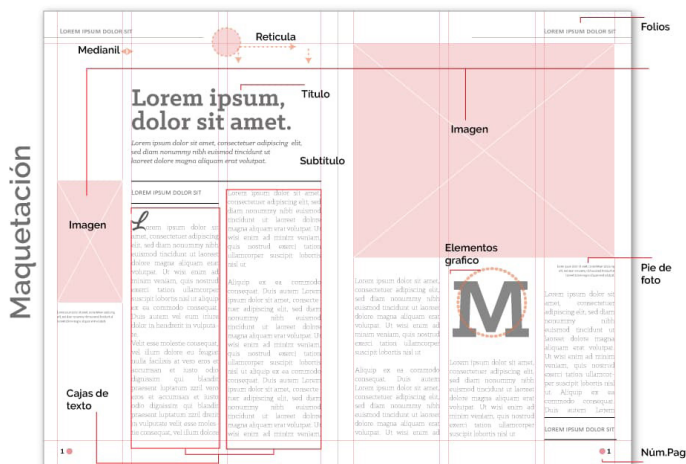


Fig.39

Ejemplo de maquetación editorial.

Nota. Adaptada de Drakko Marketing Digital [Fotografía] <https://drakko.com.mx/que-es-el-diseno-editorial/>

En el texto, *El libro álbum / Lecturas desde el diseño*, se alude a que no es solo hacer un libro hermoso a partir de las imágenes bellas que este pueda contener,

sino de atrapar al lector en una narrativa visual que lo impacte, conmueva, lo lleve a seguir leyendo y a descubrir nuevos referentes en las imágenes para enriquecer su lectura y adentrarse a niveles más complejos de comprensión en tanto se encuentran nuevos significados, porque están escondidos, disimulados o son contrastantes o silenciosos dentro de un relato sugerente (Lonna, 2017, p. 22).

Si bien la autora se refiere a los libros álbum, también aplica para las publicaciones, donde encontramos ilustraciones científicas, pues no solo deben tener este poder de fascinación del que ya hablábamos, deben responder a una organización editorial dentro de la publicación para que acompañen al lector a lo largo del texto y lo interesen en seguir leyendo, lo cual solo se puede cumplir con un diseño equilibrado y armónico, en el que las imágenes y las cajas de texto coexistan en unidad. Lo anterior, es otro punto a favor de la ilustración científica hecha por ilustradores con experiencia en creación de imágenes y formación en arte y diseño. Ya que aportan mediante la aplicación de principios y conceptos que constituyen una correcta construcción de la imagen y una debida comunicación de ellas, a través de los diferentes canales de salida.

Por último, a pesar de la demanda de ilustración digital a partir de los avances tecnológicos, de cierto modo hemos visto en lo que va del siglo XXI una reivindicación del ilustrador, que va ganando terreno y que aprendió a coexistir con imágenes fotográficas. Ya lo decía Raquel Pelta hablando sobre un comentario de Art Spiegelman, “En un mundo donde el Photoshop ha dejado por embustera a la fotografía, se puede permitir a los artistas volver a su función original de reporteros” (Pelta, 2004, p. 116), lo anterior, al aplicar su particular punto de vista a las ilustraciones que crea. Y en el caso del ilustrador científico en particular, aportando su experiencia en teoría de la imagen en la creación de ilustraciones.

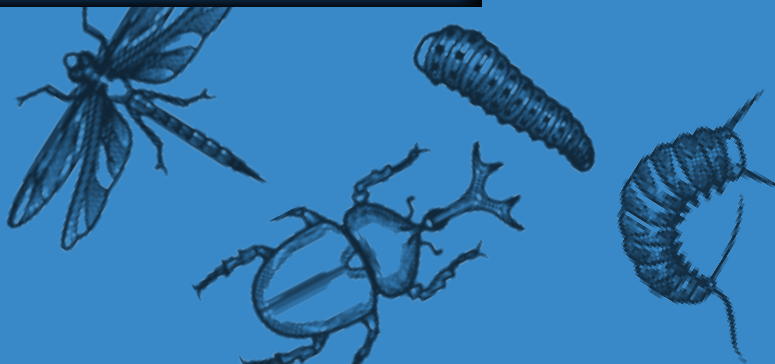
En conclusión, los aportes de un ilustrador científico con formación en arte y diseño son en razón en su experiencia de creación de imagen, y no solo la soltura y maestría en el manejo de técnicas pictóricas, sino también en el manejo de conceptos que ayudan a optimizar los recursos visuales que el ilustrador puede aportar. Si bien en nuestro país la mayoría de los ilustradores científicos formados a través de la experiencia y no de una formación académica, provienen de la Biología –quienes han tomado cursos de técnicas y representación–, un ilustrador con formación en arte y diseño idealmente ha convivido y aplicado durante su formación la teoría de la imagen y ha en-

trenado su ojo lo suficiente, para detectar desequilibrios visuales, anomalías, aporta además la implicación de estrategias de comunicación y optimización de los recursos visuales, y ese el plus desde el cual la ilustración científica se puede ver beneficiada.

CAPÍTULO 2

Contexto Profesional de la Ilustración Científica en México

Desarrollo de la disciplina en México, los ilustradores científicos más relevantes de las últimas décadas y la oferta más significativa en Ilustración Científica actualmente.



Ciertamente, la Ilustración científica en México, tiene sus comienzos en representaciones antiguas en las culturas prehispánicas que registraban en códices lo particular y lo cotidiano, dos documentos de los pocos existentes se toman hoy en día como referencia histórica para la disciplina, el Códice de la Cruz-Badiano y el códice Florentino.

Luego durante la conquista y la transformación social y cultural que esto implicó se seguían ilustrando por otros autores y bajo otros contextos los entornos y la riqueza biológica de la nación. Ya inmersa en una sociedad colonizada, tomó otra forma de verse y representarse, ya no a modo de códices, sino en una plástica particularmente decorativa, llegando hasta el siglo XX a un replanteamiento direccionado, mediante un trabajo colaborativo con la ciencia que apunta a posicionarse como una práctica plenamente interdisciplinaria, que busca visualizar y comunicar el trabajo de investigación que se genera en nuestro país.

Es necesario decir, que en los momentos históricos que no incluyo en esta investigación, no implica que no se produjera dibujo naturalista o científico, solo que no hubo cambios significativos en lo que se hacía o cómo se hacía, ni ilustradores relevantes con una trayectoria en la disciplina lo suficientemente sólida como para ser reconocidos.

Sin duda, hablar sobre el contexto en México de la ilustración científica, nos lleva a volver la vista al pasado y seguir el rastro de aquellos primeros registros observados y plasmados en las desarrolladas civilizaciones de Mesoamérica. Justamente, sobre estas culturas, a partir de estudios antropológicos, los investigadores nos relatan al respecto de los intereses, trabajos, legado y organización social de cada uno de los imperios prehispánicos, y nos ayudan a conocer que su sistema social era organizado, en el que se registraban los diversos ámbitos de la vida. Los códices servían no sólo como memoria histórica y cronológica de los acontecimientos pasados, presentes o futuros, sino también, como legado para su posteridad, y sobre todo, como descripción y registro del desarrollo científico y tecnológico de su época.

En una entrevista, Aldi de Oyarzabal, reconocido biólogo e ilustrador científico, menciona el ejemplo de Cuitláhuac, hermano del emperador mexica Moctezuma II, quien al igual que otros emperadores aztecas, tenía gusto por la botánica y mantenía especial cuidado en jardines de esa índole, donde además llevaba un registro de cómo se desarrollaban los ejemplares botánicos que los constituían. Lamentablemente, la destrucción de la mayor parte de estos registros, se realiza durante la conquista en La-

tinomérica, y hablando particularmente de México, durante el siglo XVI, uno de estos frecuentes ejemplos se cita a continuación.

Estos actos aberrantes se ejemplifican plenamente con la ignominiosa acción ejecutada por Fray Diego de Landa el 12 de julio de 1562, en las tierras del Ma'ya'ab, un hecho que aún se conoce como Auto de fe de Maní, donde delante de pobladores mayas incineró 40 códices sagrados que el pueblo le había confiado (Quauhth, 2019).

Se menguó así, con un legado milenario de gran conocimiento. Los códices que sobrevivieron no siempre se encuentran disponibles al público, ni en su país de origen, pues fueron extraídos junto con riqueza de todo tipo y llevados a las naciones conquistadoras donde permanecen. Sin embargo, una referencia obligada mencionada y conocida en el medio con respecto a registros sobre botánica que sobrevivió, es el *Códice de la Cruz-Badiano*. Una obra realizada en lengua náhuatl por Martín de la Cruz, médico mexicana, la cual fue traducida al latín por Juan Badiano en 1552. Esta obra contiene ilustraciones de plantas, con descripciones sobre sus cualidades y usos (Quauhth, 2019) **Fig.40**.



Fig.40

Códice De la Cruz-Badiano.

Nota. Adaptada de *Issuu* [Fotografía]

<https://issuu.com/fahho/docs/boletinlahho38/s/11089864>

Pese a la desventura sufrida a los Códices prehispánicos, y a la pérdida de ese legado invaluable para la historia de nuestro país, España llevó a cabo esfuerzos expedicionarios, para registrar las riquezas naturales y materiales encontradas en lo que llamaron la Nueva España. Felipe II envió a Francisco

Hernández de Toledo quien fuera un médico, botánico y ornitólogo, a hacer las ilustraciones de la flora encontrada. En una expedición que desembarcó en 1572 con un equipo de artistas, botánicos, un geógrafo y un grupo de indígenas, dónde se logró una obra de 40 volúmenes con notas científicas y dibujos. Sin embargo, en 1671 durante un incendio en la biblioteca de El Escorial se perdieron muchos de los originales (González, 2012).

Por otra parte, el *Códice Florentino* o *Historia general de las cosas de la Nueva España*, es un registro efectuado por Bernardino de Sahagún y un grupo de coautores—sabios y pintores—nahuas **Fig.41**. Cabe mencionar que no se reconocieron los nombres de los artistas que pintaron las 2,686 pinturas que lo componen. Sin embargo, Magaloni expresa —“gracias a un estudio estilístico de las manos de artistas en el documento original pude identificar a 22 pintores, de entre los cuales cuatro son maestros”— (Magaloni, s. f.).

Otra de las expediciones relevantes durante la colonia fue, la *Real Expedición Botánica a Nueva España*, organizada por la Corona española a finales del siglo XVIII y que logró registrar un total de 797 géneros y 1,327 especies de plantas con semilla, además de 7 criptógamas **Fig.42**. La comandaba el botánico español Martín de Sessé, asistido por el naturalista novohispano José Mariano Mociño y acompañados por los pintores Vicente de la Cerda y Atanasio Echeverría y Godoy. Estos registros contenían alrededor de 2000 láminas ilustradas de las diferentes especies (González, 2012).



Fig.41
Página 21 del *Códice Florentino*.
Nota. Adaptada de México desconocido [Fotografía]
<https://www.mexicodesconocido.com.mx/el-codice-florentino-y-lacreacion-del-nuevo-mundo.html>

Cada uno de los esfuerzos de las expediciones españolas, si bien registran la biodiversidad de nuestro país, no pueden considerarse obra nacional, a pesar de que se

Fig.42
12 volúmenes de la *Real Expedición Española*.
Nota. Adaptada de DGCS UNAM [Fotografía]
https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2010_600.html

involucró trabajo de personas nativas. El trabajo de estos últimos no fue reconocido, pues se les consideraba inferiores y su labor, aunque valiosa, se atribuía a quien se designaba la encomienda y no a quienes la ejecutaban. Por esta razón es importante conocer y reconocer estas obras realizadas durante la época colonial que son de los registros más antiguos existentes, pero no como obra propiamente mexicana.

El siguiente referente relevante en el siglo XIX: el pintor y paisajista consagrado, José María Velasco. Un hombre con formación en medicina, quien durante su preparación académica, en una cátedra de Historia Natural, se adentro en su pasión por la flora y la fauna, interés que lo acercó a una expedición en Puebla, donde conoce al Naturalista Rafael Montes de Oca, colaborando con él en diversos proyectos. Sin embargo, su legado más importante es el iconográfico de fauna y botánica mexicana (González, 2012), aunque sus imágenes son naturalistas, su formación y cercanía con Montes de Oca, las dota de detalles fielmente plasmados según la disciplina abordada en sus representaciones.

Luego, ya en el siglo XX figura la excepcional representante para la ilustración científica en nuestro país, Elvia Esparza **Fig.43**. Aunque abordaré en otro apartado de la investigación a los ilustradores científicos más relevantes en México, desde finales del siglo XX hasta la actualidad, es fundamental men-

cionar a Esparza en este momento, porque se ha convertido en un referente obligado, que abrió el camino a lo que hoy se hace en cuestión de ilustración científica en nuestro país. No solo por su labor y trayectoria, que inició sin conocimiento alguno de lo que esta disciplina significaba y que gradualmente se fue consolidando como una especialista en el tema. Con reconocimientos nacionales e internacionales por su trabajo de ilustración.



Fig.43
Elvia Esparza.
Nota. Adaptada de *¿Cómo ves?UNAM*
[Fotografía]
<https://www.comoves.unam.mx/numeros/quienes>

Además, fundó la *Academia Mexicana de Ilustración Científica*, convocando en agosto de 1990 en la Facultad de Ciencias de la UNAM a un grupo de personas interesadas en la ilustración científica para formar una asociación. En enero de 1992 se constituyó legalmente este grupo con denominación social, teniendo a Elvia Esparza Alvarado como presidente, el biólogo Albino Luna como secretario y el maestro Aldi de Oyarzabal Salcedo como tesorero, desempeñándose así hasta 1994. Estas tres personalidades se han convertido en referentes en la ilustración científica en el país, posteriormente, esos cargos lo desempeñaron otros integrantes del grupo («Academia Mexicana de Ilustración Científica», 2019).

Hasta antes de su disolución, el cargo de presidente lo ocupó el ilustrador y bibliotecólogo Aarón Estrada Dávila y con el apoyo de Rolando Mendoza, biólogo de la Facultad de Ciencias de la UNAM, quién también formó parte del grupo fundador y ha laborado como ilustrador en el Instituto de Biología de esta importante universidad («Academia Mexicana de Ilustración Científica», 2019)⁷.

El grupo se disolvió en el 2008, sin embargo, debido al interés en la disciplina se logró conformar otro grupo a modo de colectivo denominado como *Colectivo de Ilustradores de la Ciencia y la Naturaleza* desde el 2014 **Fig.44**, dirigido por Aarón Estrada Dávila y en la que se ofertan cursos especialmente de botánica y se ofrecen conversatorios en línea completamente gratuitos, donde los invitados son especialistas en el tema, originarios de México e Iberoamérica.

A la par, desde finales del siglo XX a la fecha, podemos encontrar algunos cursos, diplomados o asignaturas en algunas universidades como la Benémerita *Universidad Autónoma de Puebla*, *Universidad Nacional Autónoma de México*, incluso en



Fig.44
Logotipo del Colectivo CICYNMX.
Nota. Adaptado de
Facebook: @Cicynm
[Fotografía]
[https://www.comoves.unam.mx/
numeros/quienes/107](https://www.comoves.unam.mx/numeros/quienes/107)

⁷ En este caso como en la biografía de Goedart, es preocupante la falta de interés académico, y sólo se pueda encontrar información en Wikipedia. especialmente por que la Academia Mexicana de Ilustración Científica es un referente en México, en cuanto a la disciplina de Ilustración Científica.

colectivos como *Historia Natvrae*, *Ilustración Ciencia y Naturaleza*, *Galería Colmena*, por mencionar algunos. En todos los casos mencionados, los esfuerzos de formación en la disciplina, van enfocados especialmente a la botánica o zoología, y son ofertados frecuentemente en facultades de ciencias, así como en las propias sedes de los colectivos y se dirigen particularmente a biólogos.

Si bien, México ha desarrollado de algún modo esta disciplina con los medios que los ilustradores han tenido, se echa en falta la parte profesionalizante que permita potencializar el talento y los recursos estéticos, así como las bases interdisciplinarias para trabajar conjuntamente con los especialistas científicos en los diversos ámbitos, entender las diferencias esenciales entre ilustración naturalista y científica, para poder reconocer las necesidades y canales comunicativos pertinentes de cada una de ellas, así como la aplicación de las últimas tendencias tecnológicas a nivel global de la ilustración científica que permita estar a la vanguardia.

Ciertamente, desde hace tiempo la ciencia en México se ha ilustrado, ya sea como obra naturalista o científica, como lo muestran los datos antes señalados en este apartado. Sin embargo, se ha desarrollado específicamente en botánica y zoología y hay nichos en otras ciencias que no han sido abordados lo suficiente. Tenemos aquí, espacios de inserción que requieren atención y que presentan una posibilidad para la colaboración, el trabajo interdisciplinario, oportunidades laborales para los ilustradores científicos y la producción de materiales educativos, de difusión y divulgación.

Las posibilidades de estos materiales, además del objetivo primordial de informar, comunicar, esclarecer y educar, también es social y comercial, pues



se habla de ilustración monumental, mural, textil, promocional, interactiva, etc. Materiales que generan dividendos o que embellecen espacios donde se colocan o pintan **Fig.45**. Y que repercuten en formas en que un ilustrador científico se puede emplear. Así mismo, se convierten en aspectos importantes

Fig.45
Intervención de pintura naturalista en puente peatonal, por el Colectivo BioGrafos Colombia.

Nota. Adaptada de Facebook: *BioGrafos* [Fotografía] <https://www.facebook.com/colectivobiografos>

a tomar en cuenta, al pensar en la formación profesional que debe integrar la currícula académica de esta disciplina, que idealmente debiera conformar cualquier institución educativa que quiera ofertarla.

Es común, que cuando se les pregunta hoy en día a los ilustradores científicos en Iberoamérica, si tienen suficientes proyectos referentes a la disciplina para vivir de ello, la mayoría suele advertir que no, que al ser una disciplina poco conocida el trabajo se demerita económicamente, al creer que una ilustración de esta categoría siendo un dibujo tiene un bajo costo, pues se desconoce el trabajo y el tiempo que conlleva una obra de este tipo. Por lo que los ilustradores científicos se desempeñan simultáneamente en otras actividades económicas, que les permite seguir adelante con los proyectos eventuales que se les presentan. Pero también coinciden, en que no ceden por completo los derechos de su obra a menos que se les pague por ello, lo que les permite explotar sus ilustraciones en otros soportes que les ayuda a seguir monetizándolas, como por ejemplo en: textiles, promocionales, stickers, litografías, pósters, postales, libretas y todo aquello que puedan comerciar **Fig.46**.



Fig.46
Ejemplos de comercialización de la ilustración naturalista en diferentes soportes.

Nota. Adaptado de Facebook: @tecuan.negro.jc

[Fotografía]

<https://www.facebook.com/tecuan.negro.jc>

En lo que toca a la ilustración científica de gran formato, el dibujo en sí y lo que conlleva como composición, proporción, texturas, deben adaptarse no solo a tamaños mayores a los habituales, también debe considerarse si la obra estará expuesta en un lugar abierto o cerrado para elegir materiales, y

considerar el soporte e incluso la vista del observador. Cuando el proyecto es digital es relativamente más sencillo porque se trabaja a escala en el ordenador, cuidando la resolución de impresión y sistemas de color de salida. Pero cuando se trata de un mural, puede ser un tanto más complicado en sentido de que en ocasiones se requerirá de andamios, para realizar la obra y sobre todo de experiencia en pintura de grandes dimensiones.

Como ejemplos en México, tenemos el mural del océano mesozoico mexicano en *UNIVERSUM* **Fig.47**, mismo que elaboró Alberto Guerra y que fue colocado en el 2021. Otro ejemplo es el mural de la evolución del museo de *Historia Natural y Cultura Ambiental*, realizado por Aldi de Oyarzábal, Aslam Narváes, Alberto Guerra, Remi Cárdenas, Aldo Domínguez y Carlos Parra, donde el pasado 18 de mayo del 2022 se homenajeó a los ilustradores por su obra y se llevó a cabo un conversatorio respecto a su creación.



Fig.47
Mural “Océano Mesozoico Mexicano”
Nota. Adaptada de *UNIVERSUM* Autor: Alberto Guerra
[Fotografía]

Estos casos son relevantes, primero porque son actuales y segundo por las dimensiones que tienen y que salen de los que se consideran “soportes habituales” para la ilustración científica, por este motivo, los creadores han compartido su proceso con respecto al gran formato y los desafíos que esto conlleva. En el caso del mural de *UNIVERSUM*, en una entrevista para *GeoExplora*, Alberto Guerra compartió, cómo siendo un proyecto de grandes dimensiones implicó un trabajo segmentado de manera digital, el cual después fue uniéndolo al tomar en cuenta detalles en la composición, el rigor científico en el tema de organismos extintos y pruebas de salida o impresión, así como las determinantes del tiempo que lleva un proyecto de esa naturaleza.

Así mismo, en el mural de la evolución del museo de *Historia Natural y Cultura Ambiental* **Fig.48**, los ilustradores relataron las dificultades que se encontraron, primero en la elección de los organismos a representar en las di-

ferentes eras geológicas, y luego los desafíos del soporte, el pintado y el tiempo limitado de entrega. De modo que, aunque en principio una ilustración científica tiene cierta metodología general, hay características particulares que responden a los diferentes formatos o ciencias a representar, mismas que en cualquier caso, un ilustrador científico en toda la extensión de la palabra idealmente tendría que saber afrontar.

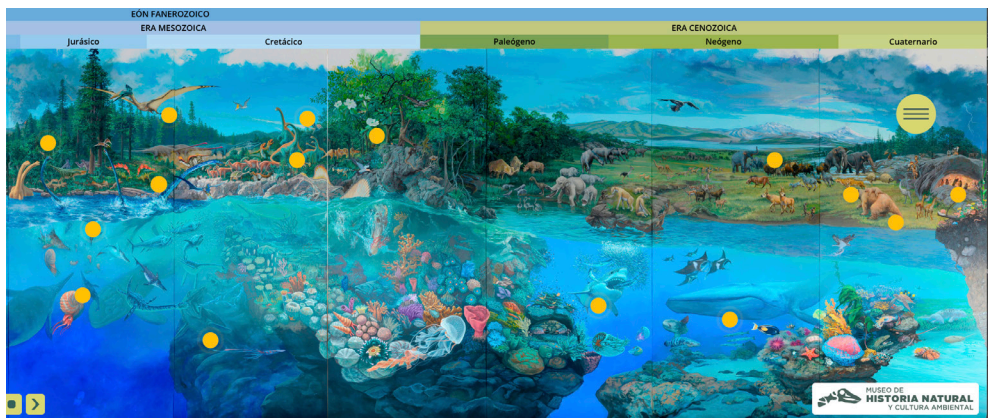
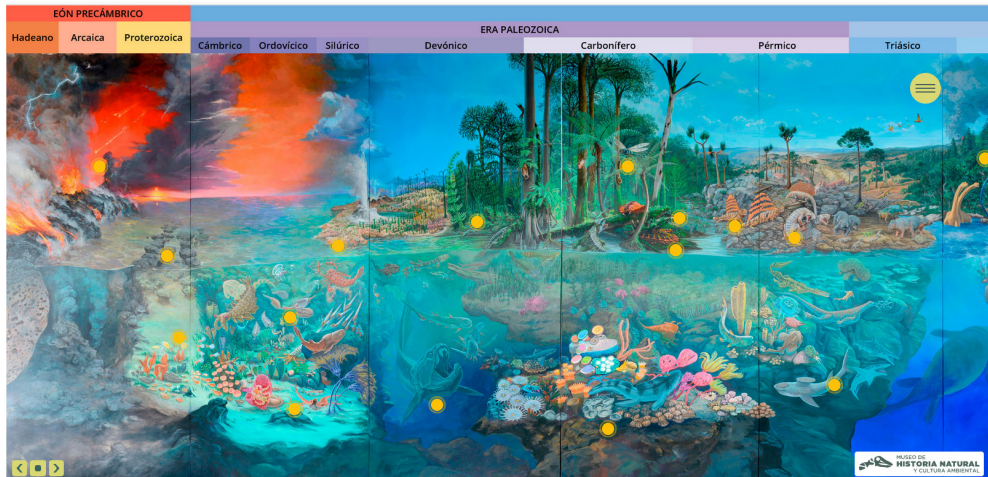


Fig.48

Mural de la evolución.

Autores: Remi Cárdenas, Aldo Domínguez, Alberto Guerra, Aslam Narváes, Carlos Parra y Aldi de Oyarzabal.

Nota. Adaptado de *Gaceta CCH* [Fotografía]

<https://gaceta.cch.unam.mx/es/presentan-escala-del-tiempo-geologico>

Ahora, los ilustradores antes mencionados, son parte de los ilustradores científicos mexicanos con mayor reconocimiento en la actualidad, tienen años de experiencia trabajando en el medio, y aunque los proyectos que han desarrollado en algunos casos han sido desafiantes, su experiencia les ha impulsado para llevarlos a cabo. Además, es el mismo reconocimiento del que gozan el principal motivo detrás de que sean requeridos para diversos proyectos.

En consecuencia, se genera una especie de monopolio en el gremio que, si bien no es intencional, si afecta al nuevo talento que se esfuerza en incursionar en la disciplina y que al igual que los ilustradores reconocidos, por ahora, solo pueden formarse mediante la experiencia. Esta es una razón más para profesionalizar la disciplina en México, por un lado, se requiere una instrucción holística que permita al ilustrador abordar diversos proyectos, en diferentes temáticas dentro del espectro de la ilustración científica, así como en los diversos canales comunicativos y soportes. Por otro lado, la profesionalización permitirá desvanecer gradualmente el monopolio que se ha generado y se dará apertura al talento de más ilustradores.

La idea de profesionalizar la disciplina se encuentra latente en el medio: entre los colectivos, las personas interesadas en aprender y formarse, incluso entre los ilustradores científicos reconocidos actualmente, ya que es un gremio relativamente pequeño. La mayoría de estos ilustradores se conocen y reconocen que al profesionalizar y difundir la disciplina, se abrirán más oportunidades de trabajo como docentes y como profesionales de la Ilustración científica. Específicamente en México, cada vez son más los cursos que se ofertan tratando de satisfacer las necesidades y también como opción laboral para los que ya tienen experiencia en la disciplina.

Así pues, los ilustradores científicos y los colectivos no solo comentan lo importante que es el poder profesionalizar la disciplina y formar ilustradores capaces de afrontar los retos y proyectos que van surgiendo, sino que son ellos mismos los que están realizando esfuerzos importantes en lo que respecta a la formación y en el caso particular del *Colectivo de Ilustradores de la Ciencia y la Naturaleza* ha generado colaboraciones en otros países de Iberoamérica, mismas que resultan en frecuentes conversatorios con respecto a diversos temas de la ilustración científica, transmitidos gratuitamente mediante la página del colectivo en Facebook y que promueven el conocimiento divergente.

La importancia de las colaboraciones que se generan en el colectivo y en proyectos específicos, son el panorama actual, determinado no solo por el interés en el tema, sino marcado por la interdisciplinariedad inherente de la disciplina y la tendencia que se observa, además parece ser el rumbo natural a seguir de la Ilustración Científica que mediante colaboraciones entre ciencia

y arte van dando paso a proyectos interesantes entre ilustradores y organizaciones no gubernamentales, asociaciones, grupos de investigación, museos, institutos, proyectos de conservación de biodiversidad y/o patrimonial, entre otros.

El conocer el contexto de la ilustración científica en México y luego contrastarlo con el resto de Iberoamérica, nos permite reconocer los puntos clave de atención para proponer un camino hacia la profesionalización, que reúnan un conocimiento integral para formar a ilustradores capaces de afrontar los retos actuales y el desarrollo constante que va de la mano con las nuevas tecnologías. También, nos ayuda a visualizar el camino recorrido en otros países que forman parte de este concepto geopolítico, donde ciertamente España se ha posicionado académicamente, ofertando un par de masters al respecto y con uno de los colectivos más importantes hasta el momento, como lo es *Illustraciencia* que es un colectivo que se ha internacionalizado como ningún otro, la razón de su importancia no es solo que tengan esta oferta académica, ya que Portugal y Brasil y probablemente algún otro país latinoamericano también oferten algo similar. En el caso de colectivos al respecto, se han creado y posicionado en los diferentes países, pero encausados mayormente a botánica y zoología.

Sin embargo, lo que caracteriza la oferta académica de España es la enseñanza integral, es decir, no se centra solo en la botánica y la zoología, sino que trata de abordar el espectro más amplio de la disciplina, desde un mayor número de áreas científicas y las tendencias tecnológicas. Tanto el máster del País Vasco, como *Illustraciencia* tienen esta particularidad y además, en este último se realizan proyectos de enseñanza colaborativos con museos y asociaciones, lo que ha llevado al trabajo y conocimiento de especies protegidas y especies invasoras, donde el trabajo gráfico y visual, se piensa a favor de la divulgación en la sociedad e involucramiento de la misma, en los fines de protección que las asociaciones persiguen, algo similar ocurre en el máster del País Vasco, donde los alumnos desarrollan proyectos reales en colaboración con organismos de investigación científica o divulgación.

Con relación a México, es necesario conseguir ampliar el espectro de interés dentro de la ilustración científica, encontrar los nichos de oportunidad que un país megadiverso como el nuestro tiene y colaborar con los organismos públicos y privados, asociaciones e instituciones que ya trabajan en ello, para conseguir una comunicación científica que involucre a la sociedad de manera activa. Para obtener óptimos resultados se requiere profesionales capacitados para hacer frente a los retos de un país en desarrollo, que más que

algo negativo se reconozca como una oportunidad para conectar el arte con la ciencia al servicio y beneficio de su sociedad.

En conclusión, la ilustración científica en México tiene orígenes prehispánicos y camino recorrido a lo largo de la historia, que oscila entre lo naturalista y científico. Es también hasta ahora en México, una disciplina intuitiva y con una formación más bien empírica experiencial, enfocada en la botánica y la zoología, y que deja de lado el universo de posibilidades de la profesión y la preparación holística. Actualmente, se dirige mayormente a los biólogos, con un pequeño gremio inconscientemente monopolizado, que dificulta la inserción de nuevo talento en la escena laboral, que por ahora también es escasa, con una necesidad latente de profesionalizar la Ilustración científica, que permita una formación integral, desde donde poder colaborar interdisciplinariamente.

Es necesario volver la vista a la escena Iberoamericana, para conocer los esfuerzos realizados en el tema, analizar y contrastar lo realizado respecto a las necesidades presentes y construir a partir de ahí, una formación profesional que capacite interdisciplinariamente a los futuros ilustradores científicos y que posicione en el mapa no solo a la disciplina sino a la UNAM como principal formadora profesional en el tema en nuestro país. La institución tiene los recursos materiales y académicos para lograrlo.

2.1 Principales ilustradores naturalistas y científicos en México y su formación.

Es interesante analizar la historia de la ilustración naturalista y científica en México, de esa forma nos damos cuenta, no solo de su desarrollo a lo largo del tiempo y de los cambios y transformaciones que ha tenido. También podemos reconocer como se ha segmentado, quizás por generaciones específicas, los ilustradores naturalistas y científicos, que han sido más relevantes desde finales del siglo XX a lo que va del siglo XXI.

De este modo durante finales del siglo XX en México, un reducido grupo de ilustradores científicos, comienza a reconocerse mediante sus esfuerzos y colaboraciones especialmente con la UNAM, ya desde entonces empezaba a darse un creciente interés en formar en esta disciplina a más personas y es cuando se forma la mencionada Academia Mexicana de Ilustración Científica.

Es así como empieza el registro de las generaciones de ilustradores científicos en el siglo XX tal como ahora los conocemos y que han aportado no solo su talento, además sus conocimientos en la formación de nuevos ilustradores especializados en la ciencia y que debido a su escaso número se puede dar cuenta de cierta segmentación generacional. De este modo, durante mi investigación he podido identificar por lo menos cuatro generaciones en las que abordaré sólo a los ilustradores que me han parecido más relevantes, teniendo en cuenta que no son los únicos ilustradores de la ciencia y la naturaleza que hay en el país.

En la 1ra generación tenemos a *Elvia Esparza*, *Albino Luna* y *Aldi de Oyarzabal*, quienes fueron justamente los representantes principales de dicha Academia, pero ¿quiénes son ellos?. Si bien no profundizaré en las biografías de los ilustradores científicos y naturalistas más importantes de México, si daré cuenta de algunos datos sobre su formación y experiencia laboral, así como opiniones vertidas mediante algunas entrevistas publicadas o realizadas expresamente para esta investigación, que ayude a transmitir el panorama existente desde el cual se desenvuelven profesionalmente.

En cuanto a *Elvia Esparza*, ella estudió diseño publicitario en la Escuela Nacional de Pintura, Escultura y Grabado La Esmeralda (ENPEG), del Instituto Nacional de Bellas Artes y Literatura (INBAL), sin conocimientos de lo que era la Ilustración Científica, respondió en 1971 a un anuncio en el aviso oportuno que solicitaba un ilustrador botánico para un proyecto sobre la flora de Veracruz. Su trabajo fue seleccionado y ahí inició su trayectoria como una de las grandes en la disciplina en nuestro país. Durante diez años colaboró con el Instituto de Biología de la UNAM. En 1980 se le ofreció el



Fig.49
Ferocactus pilosus.
 Acuarela de Elvia Esparza.
 Nota. Adaptada de
cienciamx Noticias [Ilustración]
<http://www.cienciamx.com/index.php/sociedad/personajes/4726-el-arte-botanico-de-elvia-esparza-alvarado>

puesto de encargada del Laboratorio de Ilustración Científica en el mismo instituto, hasta su jubilación **Fig.49**. En 1992 constituye legalmente junto con Luna y Oyarzabal la Academia Mexicana de Ilustración Científica. Ha sido galardonada en dos ocasiones con la medalla de oro por la Royal Horticultural Society de Londres. Su obra ha sido expuesta en México y el extranjero. Durante su tiempo laboral en la UNAM dio cursos y talleres a alumnos, profesores e investigadores. En constantes ocasiones ha expresado la importancia de profesionalizar la disciplina (Durango, s. f.)

Acerca de *Albino Luna*, biólogo reconocido por su trayectoria como académico del Instituto de Biología de la UNAM, simultáneamente a su actividad artística. Actualmente, se desempeña como miembro de la Asociación de Artistas Plásticos de México, A.C., y secretario del Comité Regional de Latinoamérica y el Caribe, de la Asociación Internacional de Artes Plásticas (AIAP/ ONG de la UNESCO). Ha realizado y participado en exposiciones individuales importantes en México y el extranjero. Becado en dos ocasiones por el *Fondo para la Cultura y las Artes*. Ha ganado reconocimientos y premios por su obra y trayectoria. Además, se ha desempeñado como docente, invitado como jurado, colaborado con diferentes instituciones y efectuado diversas publicaciones (ARTAC, 2022).

Por su parte, *Aldi de Oyarzabal* se formó como biólogo por la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. Desde joven presentó un interés artístico en el dibujo, lo que le llevó a acercarse a las artes. Primero como hobby, en su búsqueda artística incursionó en el arte circense por un breve tiempo sin dejar de dibujar y aprender sobre cómo hacerlo, llevó a cabo algunos otros trabajos artísticos como serigrafía para playeras de organizaciones ambientalistas, entre otros. Posteriormente, en 1984 Oyarzabal entró a la UNAM y comenzó a hacer dibujos para la Facultad de Ciencias hasta que obtuvo una plaza en la que actualmente sigue laborando **Fig.50**.

En 1995 realizó su *Maestría en Ilustración de la Historia Natural y Estudios Ecológicos en el Colegio Real de Arte de Londres*. Ha colaborado como ilustrador en diferentes países como Budapest, Suiza, Nueva Guinea y Londres, lugares

a los que fue mediante becas y estancias académicas. Además, ha expuesto su obra en diversos recintos de México y el extranjero. Se debe agregar que ha ganado distinciones, impartido cursos y es uno de los miembros fundadores de la Academia Mexicana de la Ilustración Científica («La ilustración como recurso para la divulgación científica, Aldi de Oyarzabal», 2015).

En lo que se refiere la 2da generación de ilustradores me ha parecido prudente considerar a *Aarón Estrada*, quien continuó al frente de la Academia Mexicana de Ilustración Científica hasta antes de su disolución en el 2008. En su interés por mantener la práctica conformó junto con otros colaboradores el Colectivo de Ilustradores de la Ciencia y la Naturaleza, activo y vigente actualmente. Asimismo, como parte de esta generación está Leticia Arango, quien ha colaborado con investigadores de la Universidad Autónoma de Chapingo, ilustrando manuales

forestales y colaborando con el colectivo antes mencionado, entre otras cosas. Finalmente y no menos importante Luis Rey reconocido ilustrador paleo-artista considerado uno de los más importantes ilustradores en este ramo de la ilustración científica en México.

Aarón Estrada recuerda haber tenido interés desde la secundaria y el bachillerato por el dibujo, eligiendo algunas materias al respecto. Con el tiempo él se formó en Bibliotecología en la Universidad de Guadalajara. Fue parte de los miembros fundadores de la Academia Mexicana de la Ilustración Científica y desde entonces ha dedicado años a la ilustración de la ciencia y la naturaleza. Una vez disuelta la Academia, en el 2008 su interés por la disciplina continuó y en el 2014 conforma el Colectivo de Ilustradores de la Ciencia y la Naturaleza de México, del que hasta la fecha funge como presidente.



Fig.50

Aldi de Oyarzabal Ilustrador científico

Nota. Adaptada de Scoopnest [Fotografía]
<https://www.scoopnest.com/es/user/ConfabularioMx/1084676482679615494-conoce-el-trabajo-de-los-ilustradores-aldi-de-oyarzabal-elvia-esparza-marco-antonio-pineda-alsam-na>



Fig.51

Acuarela de Aarón Estrada

Nota. Adaptada de *Prisma La Vista* [Acuarela]
<https://prismalavista.com/2018/07/09/aaron-estrada-ilustrador-cientifico/>

Ha organizado el 1.º y 2.º Encuentros Nacionales de Ilustradores Científicos en BUAP durante el 2015 y 2016, además de la Exhibición Mundial de Arte Botánico en la Universidad Autónoma de Chapingo durante el 2018. Actualmente, se enfoca en las actividades propias del colectivo para difundir la disciplina tales como cursos, talleres, charlas, etc. (López, s. f.) **Fig.51.**

Respecto a *Leticia Arango*, realizó estudios en Artes Plásticas en el Instituto Nacional de Bellas Artes. Además de un diplomado en Ilustración Científica con Elvia Esparza en la UNAM. En 1980 publicó su primera obra en el Diccionario Biográfico Enciclopédico de la Pintura

Mexicana. Ha colaborado en exposiciones individuales y colectivas desde 1992, en este mismo año fue invitada a colaborar por medio del Dr. David Cibrian Tovar, Profesor Investigador de tiempo completo, de la División de Ciencias Forestales, de la Universidad Autónoma de Chapingo con quien colabora hasta la fecha. Asimismo ganó el Premio Nacional Juan Pablo al Mérito Editorial, otorgado por la Academia Mexicana de Ciencias.

También, ha colaborado con FAO, UNICEF, CONACYT, CONAFOR, SEMARNAT, INIFAP, Secretaría de Educación Pública, Museo Dolores Olmedo y Asociación Civil Xochitla. Igualmente, ha impartido cursos, seminarios y talleres en la Universidad Autónoma Chapingo, Universidad Nacional Autónoma de México, Colegio de Postgraduados, en Ciencias Agrícolas y la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas y ha realizado conversatorios y talleres en colaboración con el Colectivo CICYNM (Alberti & De la Rosa, 2018).

Por su parte *Luis Rey*, artista plástico de origen hispano-mexicano, radicado en Londres, estudió en la Academia de San Carlos en Ciudad de México, es reconocido a nivel mundial por sus ilustraciones paleontológicas. También, ha colaborado con importantes especialistas en el ramo, su forma de representar a seres extintos de los que no se tiene una certeza de cómo eran, pero

que con los hallazgos encontrados constantemente, Luis Rey nos ha regalado uno de los mejores acercamientos no sólo anatómicos y fenotípicos, sino que ha apostado por poses que proporcionan un movimiento natural en escenas prehistóricas que dotan su obra de realismo **Fig.52**. Se debe agregar que, en 2008 fue galardonado con el Premio Lanzendorf de Palearte con la ilustración del Alectrosaurus y los Gigantoraptor, ha colaborado en libros, revistas y exposiciones de museos de todo el mundo. Hay que mencionar que trabajó como consultor en la serie documental “Caminando con dinosaurios”, sin duda es un referente en una de las ramas más difíciles de la ilustración científica («Ilústranos... Luis Rey», 2014).



Fig.52

Ilustración de Luis Rey.

Nota. Adaptada de *Botánica aficionada*

[Ilustración]

<https://botanicaaficionada.wordpress.com/2018/10/30/luis-rey-en-la-facultad-de-ciencias/>

Es necesario decir, que estas dos generaciones de ilustradores de las que he hablado, no solo son personas con talento interesados en la ilustración y comunicación científica, sino que se han convertido en verdaderos semilleros de nuevas generaciones de ilustradores y apasionados en la disciplina, algo de lo que se dará cuenta en la siguiente generación que se formó mediante cursos o talleres, que estos artistas ofrecieron y ofrecen a lo largo de su trayectoria. Así pues, es una fórmula que podría replicarse en generaciones subsecuentes, debido a que la disciplina aún no se ha formalizado académicamente en las universidades. Aunque todavía son pocos, en las actuales generaciones vemos un verdadero incremento de artistas o investigadores incursionando y realizando esfuerzos por dar a conocer su trabajo.

Ciertamente, la 3ra generación de ilustradores y comunicadores científicos se ha dado a conocer mayormente por las redes sociales, lo que permite que su obra tenga mayor difusión, así como mayor reconocimiento del artista. En esta segmentación incluyo a *Alberto Guerra*, *Carmen Gutiérrez (Krmeline)*, *Carlos Ortega (Balamoc)*, *Aslam Narvárez* y *Aldo Domínguez*, quizás los más reconocidos ilustradores actualmente en nuestro país. Y quienes activamente están colaborando en proyectos divulgativos y de difusión científica de impacto.

En esta segmentación quien ha logrado mayor reconocimiento de su obra y la oportunidad de colaborar durante años en institutos y museos, así como

impartido talleres y diplomados, ha sido *Alberto Guerra*, su trayectoria es una de las más ricas actualmente. Alberto Guerra estudió la licenciatura de Diseño y Comunicación Visual en la FAD entonces ENAP, especializándose en ilustración. Es así, que al poco tiempo de terminar la licenciatura, tomó un par de diplomados sobre Ilustración Científica en la Facultad de Ciencias con el Maestro Aldi de Oyarzabal.

Tiempo después, se mudó a Yucatán y mientras buscaba oportunidades de laborar en este ámbito, envió correos a los directivos de la extensión universitaria UNAM Sisal (Sisal es uno de los puertos más importantes del estado de Yucatán), que depende de la Facultad de Ciencias, ofreciendo sus servicios de ilustrador científico y obtuvo respuesta favorable, colaborando de manera inmediata con tres biólogos sobre temas de Biología Marina particularmente, desde el 2010 a la fecha.

Aunque no es parte de la nómina UNAM, es de alguna manera el ilustrador principal en esta extensión universitaria en la que sigue laborando, incluso a la distancia debido a que ahora reside en Ciudad de México desde 2017. Esto le ha dado libertad de laborar en proyectos de diversa índole en algunos otros institutos, como la Universidad de Yucatán y el Centro de Educación Científica del Gobierno de Yucatán, específicamente sobre botánica, así como con otras instancias dentro de la UNAM, tal es el caso del museo UNIVERSUM, con quienes recientemente realizó un par de murales sobre flora y fauna prehistórica.

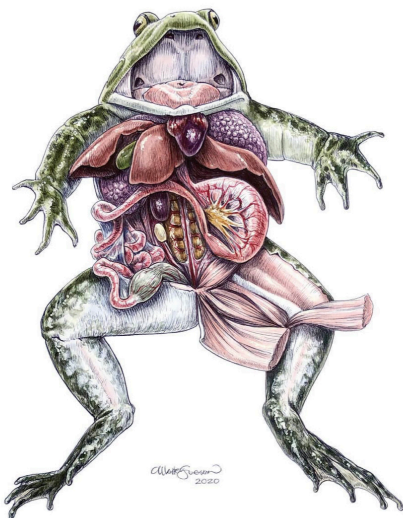
Otro aspecto importante, son los diplomados que ha hecho o en los que ha colaborado, durante el 2014 realizó su primer diplomado en Yucatán junto a Aldi de Oyarzabal, quien además de ser su maestro también es su amigo y con quien había querido colaborar, al mismo tiempo invitó a Aslam Narváez a participar en el diplomado como docente desde luego. Cabe mencionar que este es uno de los diplomados más completos hasta la fecha presentados en nuestro país, pues el contenido propuesto y disponible en línea no solo se centra en la parte botánica y zoológica considera otros aspectos de la representación y cuestiones de diseño para edición y preparación de la imagen para los soportes y salidas comunicativas requeridas **Fig.53**.

También, colaboró en un par de diplomados, uno de ellos específicamente sobre anatomía animal dentro del colectivo *Historia Natvrae*, en la que se presentaba una de sus obras más emblemáticas, donde se observa la disección de animales, un tipo de ilustración visualmente impactante **Fig.54**. Su forma de estructurar el contenido del diplomado, así como su participación en *Historia Natvrae* lo retoma desde como él había aprendido, incluso como lo aprendió con Oyarzabal, cuestiones esenciales tales como

saber tomar el lápiz o qué tipo de dureza de grafito utilizar, fundamentos básicos de diseño, utilizando modelos reales no solo copiar imágenes, entender la forma, trabajando con esqueletos, microscopios y especialmente con ejemplares vivos, a través de observar la interacción en su entorno. Un punto clave, pues refiere – “Se ilustran procesos, no específicamente momentos que quizás se pueden capturar con la fotografía”.

Al cuestionarlo si cree que tendría que profesionalizarse la disciplina compartió que si lo cree necesario, pero que llegar a un consenso quizás sea difícil por cuestiones de egos profesionales a la hora de delimitar los parámetros, que definirán la disciplina, pues por ejemplo, naturalistas se han ubicado como ilustradores científicos y el delimitar la profesión podría generar incomodidad.

Además, advirtió algunos aspectos fundamentales tales como, comunicación efectiva, ilustrador / investigador en todo momento, ser consciente de posibles cambios y retroalimentación constante, tolerancia a la frustración durante los proyectos. Él definitivamente consideraría integrar una materia sobre cómo relacionarse con el científico. Sobre su perspectiva de los esfuerzos puestos en la disciplina en México dijo: —“Si siento, que el diseño mexicano y la ilustración mexicana tienen mucho que dar para la ilustración científica”.



Programa del
**Diplomado en
ilustración científica**

f ilusCientíficaUNAM



Fig.53
*Portada del Programa del
diplomado en Ilustración
Científica impartido por
Alberto Guerra.*

Nota. Adaptado de SISAL-UNAM
[Fotografía]
[http://www.sisal.unam.mx/
eventos/pdfs/dicp.pdf](http://www.sisal.unam.mx/eventos/pdfs/dicp.pdf)

vamente consideraría integrar una materia sobre cómo relacionarse con el científico. Sobre su perspectiva de los esfuerzos puestos en la disciplina en México dijo: —“Si siento, que el diseño mexicano y la ilustración mexicana tienen mucho que dar para la ilustración científica”.

Fig.54
*Rana Toro mostrando su interior
(Lithobates catesbeianus)*

Autor: Alberto Guerra
Nota adaptada de Instagram:
@albertoguerra [Ilustración]
[https://www.instagram.com/
/p/CAimRfRjY9I/](https://www.instagram.com/p/CAimRfRjY9I/)

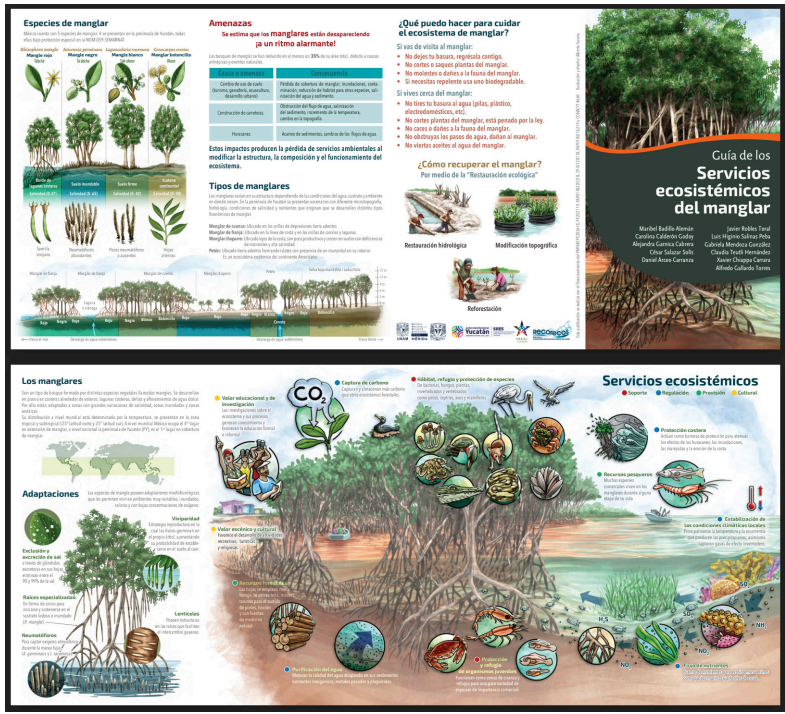


Fig.55
 Uno de los trípticos realizado por Alberto Guerra en colaboración con BioCon- UNAM
 Nota. Adaptada de BioCon-UNAM
 [Ilustración] <https://sites.google.com/view/bioconservacion/gu%C3%ADas/gu%C3%ADas-serie-ii/manglares-gu%C3%ADa-de-servicios-ecosistémicos?authuser=0>

Sus trabajos han sido publicados en más de 60 libros por diversas casas editoriales. Trabaja en proyectos para la Facultad de Ciencias de la UNAM **Fig.55**, CENOTEANDO, CICY, CONABIO y BMDY, también en proyectos particulares, relacionados con la historia natural, su trabajo lo podemos ver compartido principalmente en Instagram y Facebook donde socializa su obra.

Por otro lado, *María del Carmen Gutiérrez Cornejo (Krmeline)* una gran ilustradora naturalista. Realizó una maestría en la FAD UNAM, referente a la ilustración naturalista, ha colaborado en la creación de catálogos y guías de especies **Fig.56**, realizando cursos, talleres, diplomados y colaborado en exposiciones y actividades en museos, así como fundado junto con otros artistas Galería Colmena, un lugar donde se imparten cursos. Junto con ello,

en una entrevista que me concedió el 14 de abril del 2022, se pronunció por la necesidad de profesionalizar la disciplina no solo como progreso de la IC en México, sino porque, reconoció las dificultades a las que se enfrentan los ilustradores de la ciencia y la naturaleza en cuanto a que su trabajo se valore y remunerere adecuadamente.

Otro aspecto relevante que Gutiérrez comentó es, lo difícil que aún es trabajar con el especialista y la falta de pericia en la profesión por quienes incursionan en ella, debido a la falta de oferta académica al respecto que forme, capacite y sustente el conocimiento y aplicación de buenas prácticas, suele ser la razón por la cual los aprendices abandonan la disciplina. También, menciono las opciones a las que se recurre para recuperar económicamente el esfuerzo puesto en una ilustración, pues los especialistas no pagan lo que ésta vale y se llega a acuerdos con quien fuera el cliente para la utilización y explotación de la imagen, así mismo, la manera en la que se buscan y proponen proyectos para generar para sí mismos trabajo.

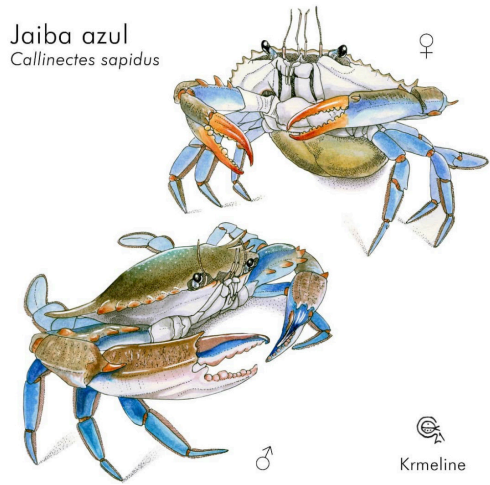


Fig.56
Ilustración de Carmen Gutiérrez Cornejo.
Jaiba Azul
 Nota. Adaptado de Instagram: @krmeline
 [Ilustración] <https://www.instagram.com/krmeline/>



Por su parte, *Carlos Ortega Contreras (Balamoc)* igualmente como ilustrador, realizó estudios de maestría en la FAD UNAM, en el rubro de la ilustración científica mediante un proyecto de murciélagos **Fig.57**. Ha participado en colaboración ilustrando catálogos de especies, impartiendo cursos, talleres y diplomados en diferentes lugares, tanto presencialmente como en línea, como el caso de la plataforma Doméstika, donde oferta un curso de ilustración científica en acuare-

Fig.57
Murciélago orejón californiano
por Carlos Ortega Contreras.
 Nota. Adaptado de *Ilustraciencia*
 [Ilustración] http://www.blog.illustraciencia.info/2021/03/carlos-ortega-contreras-murcielago_16.html

la, y es cofundador de Galería Colmena. Habría que decir, lo que él expresó en una entrevista que me concedió y coincide en la complejidad de la disciplina y no solo en la parte docente, que como requisito demanda una formación interdisciplinaria, sino además compromiso por quienes incursionan en ella para llegar a especializarse y no desertar en el proceso.

Acerca de *Aslam Narváez* se licenció en Biología por la *Universidad Autónoma de Querétaro*. Es un ilustrador paisajista, donde el punto que enfatiza es siempre la interacción del ecosistema, la composición y distribución de los elementos, el color y la luz dentro de la escena ilustrada. *Aslam Narváez*, es conocido en el gremio por la calidad de las escenas que ilustra, el manejo de planos en conjunto con el talento plasmado reflejado en su estilo, lo hace uno de los ilustradores especializado actualmente en este tipo de paisajes para la ilustración científica **Fig.58**. Aquellos que incursionan en la disciplina, saben lo difícil que puede ser empatar los escenarios como fondos en la representación de objetos de estudio específicos y este talento es lo que le ha valido a *Aslam* el reconocimiento que goza («Semblanza del pintor», 2014).

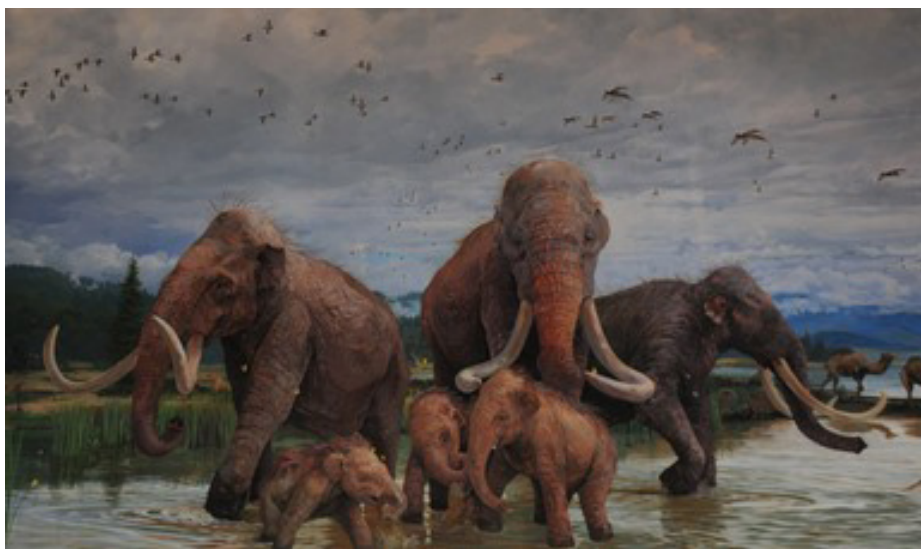


Fig.58
Mural del Museo Paleontológico de Santa Lucía Quinametzin. Por Aslam Narváez
Nota. Adaptada de *Secretaría de Cultura Gobierno de México*
[Ilustración]
<https://www.gob.mx/cultura/prensa/revelan-el-proceso-creativo-detras-del-mural-del-museo-paleontologico-de-santa-lucia-quinametzin>

Referente a *Aldo Domínguez De la Torre*, es un ilustrador científico desde el 2013. Así como Maestro en Ciencias Biológicas por la Universidad Nacional Autónoma de México. Su trabajo ha estado vinculado en colaboración con algunas instituciones como CONABIO **Fig.59**, INAH, CONAFOR, CONAMP, FMCN y UNAM. También, es profesor en la UNAM, donde imparte la asignatura de Cartel e Ilustración Científica en la Facultad de Ciencias. Sus ilustraciones buscan cautivar e interesar al espectador en temas de relevancia científica (Domínguez, s. f.).

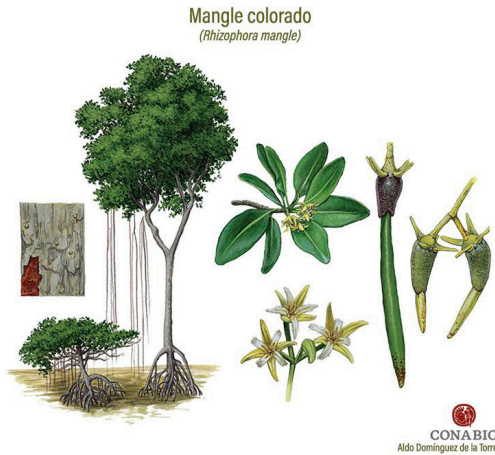


Fig.59
Mangle Colorado, ilustración de Aldo Domínguez.
Nota. Adaptado de Twitter: @plantaliamx [Ilustración]
<https://twitter.com/plantaliamx/status/1419670377131880451>

Finalmente, la 3ra generación de ilustradores científicos y de la naturaleza que nombraré, empieza a ser más extensa, aunque no tan conocidos, están incursionando en la disciplina ya no solo mediante la ilustración sino a través de los productos que se pueden comerciar lo que propicia que las ilustraciones puedan difundirse y divulgarse rápidamente por diversos medios y obtener ganancias que compensen el costo de creación a mediano y largo plazo. Son también, en algunos de los casos alumnos de las generaciones anteriores de ilustradores científicos, que buscan de alguna manera hacerse de un lugar, entre el aún reducido número de personalidades de la disciplina. Por esta situación, solo mencionaré a tres de ellos dentro del creciente número que ahora mismo se siguen preparando mediante los recursos disponibles.

Primero me referiré a *Kevin Montiel* (Kev Le Mont), biólogo egresado de la Facultad de Ciencias en la UNAM, quien ha incursionado en la ilustración naturalista con intereses artísticos. Desde pequeño tomó algunos cursos de dibujo y ya en la facultad él pudo complementar su trabajo aca-

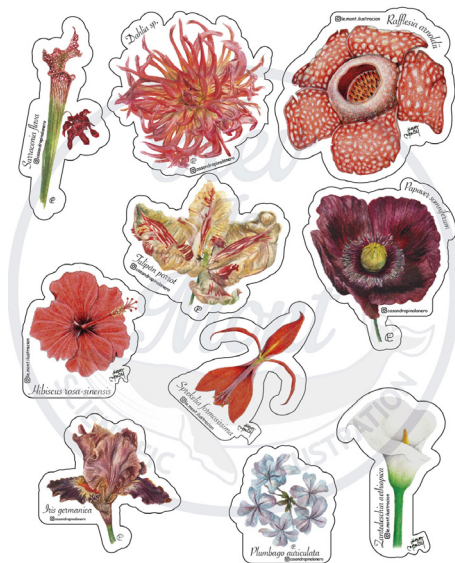


Fig.60
Stickers de ilustraciones de Kev- Le Mont.
 Nota Adaptad de Facebook: @Kev.Le.Mont.ScientIllus [Ilustración]
<https://www.facebook.com/Kev.Le.Mont.ScientIllus/>

Finalmente, el biólogo Ángel C. Ber-
 nal quien ha tomado un diplomado en ilustración científica y naturalista en la Facultad de Artes y Diseño de la UNAM, donde conoció a Carmen Gutiérrez y Carlos Ortega, con quienes colabora en Galería Colmena impartiendo cursos sobre entomología, montaje de insectos, ilustración textil, taxidermia, diafanización, entre otros. Mediante una entrevista que me concedió, él comenta que si bien no se ha dedicado de lleno a la ilustración científica y naturalista **Fig.62**, ha intentado crear

Fig.61
Coffea arabica ilustración de Adrialychnisart.
 Nota. Adaptado de Instagram: @adrialychnisart [Ilustración]
<https://www.instagram.com/p/CfSOW-VhO5kp/>

démico, ha impartido cursos y talleres y utiliza sus ilustraciones para la venta de mercancía ligada a estas como stickers **Fig.60**, postales, etc. Pese a que sigue considerándolo como una actividad alterna, mediante las redes sociales, ha obtenido una considerable cantidad de seguidores que reconocen su talento.

Por otro lado, Yazmin Adriana Carrasco Salgado (adrialychnisart), egresada de la licenciatura de Biología de la Facultad de Ciencias de la UNAM, una ilustradora naturalista con presencia especialmente en Instagram **Fig.61**. Ha tomado dos diplomados, uno en la Facultad de Ciencias y otro en la Facultad de Artes y Diseño y se especializa en técnicas análogas. A la par transmite por Instagram constantes charlas con ilustradores mientras realizan en directo alguna ilustración naturalista.



desde las técnicas científicas artefactos artísticos de decoración, que permitan conjuntar ciencia y arte. También, comentó la importancia de que la ilustración científica se profesionalizara de manera interdisciplinaria, así como la necesidad de permitir que los ilustradores emergentes se dieran a conocer para poder ser capaces de seguir produciendo no como hobby, sino como profesión.

Si bien hay personalidades encumbradas a través de su experiencia y gran talento, podemos notar, cómo las nuevas generaciones son influenciadas por las generaciones anteriores y por las circunstancias del progreso tecnológico, que los dotan de más herramientas para optimizar su aprendizaje y aplicación de este, en su labor profesional. También, es evidente que las redes sociales juegan un papel fundamental en la difusión y divulgación de este tipo de obras y sus autores, colocándolos en la escena nacional e incluso internacional de la disciplina. Así mismo, se puede dar cuenta de las inquietudes de los profesionales en cada una de las generaciones aquí mencionadas por formalizar y profesionalizar la enseñanza de esta disciplina, que ayude a especializar a los interesados y generar impacto visual, mediante su obra sobre particularmente investigaciones científicas en sus diversas salidas comunicativas.

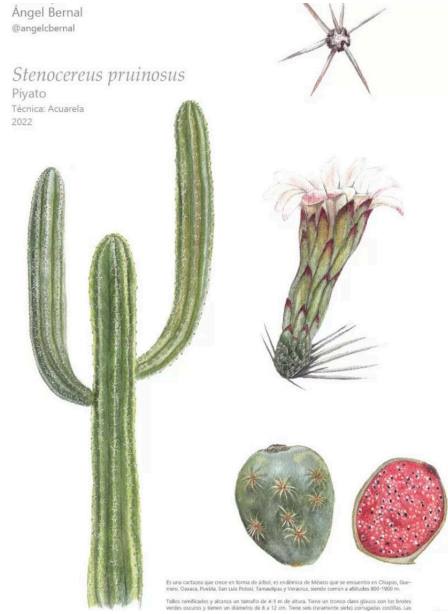


Fig.62
Ilustración de Angel C. Bernal.
 Nota. Adaptado de Instagram: @angelcbernal
 [Ilustración]
<https://www.instagram.com/angelcbernal/>

2.2 Colectivos, talleres y diplomados en México.

En lo que toca a la oferta presente en nuestro país, para capacitar a los interesados en la disciplina, de manera general se puede dar cuenta de cursos, talleres y diplomados, frecuentemente centrados en la botánica y zoología y mayormente dirigidos a biólogos que buscan complementar su estudio o investigaciones mediante material visual que aporte a su trabajo.

En este sentido, los ilustradores científicos mencionados en el apartado anterior, han ofertado de manera personal o en colaboración con algún instituto este tipo de instrucción especializada. También, desde hace años, facultades dentro y fuera de la UNAM como la *Facultad de Ciencias*, *Facultad de Estudios Superiores Iztacala*, *Facultad de Artes y Diseño* y la *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*, por nombrar algunas, se han dado a la tarea de incluir en la currícula de algunas de sus licenciaturas materias opcionales sobre dibujo científico o bien, como parte de la oferta extracurricular en talleres o diplomados con opción a titulación, así como colaboración en congresos o exposiciones referentes a la disciplina **Fig.63**.

Así mismo, los colectivos activos han realizado lo propio, abriendo oportunidades al público en general, para aprender desde lo básico en dibujo y en la propia disciplina. A continuación, daré cuenta de la formación más importante, haciendo una revisión de lo que hoy podemos considerar ilustración científica. Cabe señalar que para esto me valdré de la información encontrada en la red y solo incluiré aquella que considere más relevante.

Conviene subrayar que, la intención de este apartado es tener un panorama general de las personas e instituciones, así como colectivos, que hacen esfuerzos mediante programas cortos para instruir al respecto, además de los temas tratados que nos ayuden a ver las tendencias y carencias de estas ofertas, que eventualmente permitan identificar las áreas de oportunidad dentro de la disciplina, que aún no se han tratado y que son de suma importancia para la formación y campo laboral que además, incluiré en la propuesta que atañe a esta investigación.



Fig.63
Cartel del 1er Encuentro Nacional de Ilustradores Científicos y de la Naturaleza en la BUAP

Nota. Adaptada de Facebook: @WWF Mexico [Fotografía] <https://www.facebook.com/WWF.Mexico/posts/pfbid0Tgaouc2cE-RoSiAkq2QdkapAqcr8HPKyV5jgpc4SfGU3z-mgDKftsP8tLVA8DTqv8l>

Por lo que se refiere a la Facultad de Ciencias de la UNAM, una facultad que desde hace años ha llevado a cabo esfuerzos importantes por incluir el dibujo y representación científica a modo de cursos y talleres, teniendo en su planta académica a algunos de los más reconocidos ilustradores científicos en México, como Elvia Esparza, Aldi de Oyarzabal, Albino Luna y Aldo Domínguez por mencionar algunos. Actualmente, oferta un curso de Ilustración de la Historia Natural dictado por el Mtro. Aldi de Oyarzabal, dirigido a todo público con una duración de 72hr, desarrollado en un lapso de alrededor de cinco meses en el área de educación continua de este plantel.

En síntesis, este curso/diplomado considera temas artísticos y de representación tales como, proporciones, encuadres, escalas, ángulos, contornos, espacio positivo y negativo, dibujo de cubo, dibujo de herramientas, dibujo gestual con modelo, y dibujo de temas específicos como caracoles, piezas prehispánicas, flores, frutos y semillas, dibujo de memoria, fósiles, texturas, animales taxidermizados y derechos de autor. Todo esto, puesto en práctica mediante técnicas análogas básicas como, lápiz de grafito y tinta china con prácticas dentro y fuera del aula, en espacios que permiten visualizar los objetos de estudio en interacción con su entorno (de Oyarzabal, s. f.).

Dentro de la misma facultad **Fig. 64**, en la licenciatura de Biología, hay disponibles para los alumnos, dos asignaturas dentro de las optativas, relacionadas con la disciplina llamadas:



– Temas selectos de Biología I, así como, Temas selectos de Biología II. En donde se puede optar por tomar para el primer caso por *Representaciones gráficas para la divulgación de la ciencia* y para el segundo caso *Cartel científico e Ilustración científica*, impartidas conjuntamente por la Dra. Ruth López Pérez y el

Mtro. Aldo Domínguez de la Torre.

Fig.64
Facultad de Ciencias en Ciudad Universitaria México.
Nota. Adaptada de Wikipedia [Fotografía] https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Facultad_de_Ciencias_%28UNAM%29.jpg

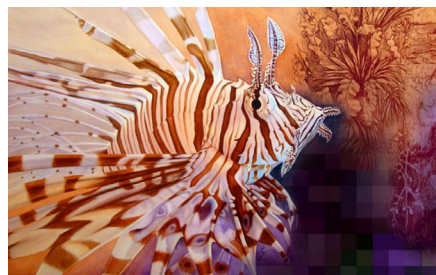
En concreto, estas asignaturas tienen como propósito enseñar sobre el diseño de cartel científico e infografías, además se busca instruir al alumnado en cuanto a la creación de ilustraciones, para aplicarlos dentro del diseño de car-

tel e infografía como atractivo visual complementario al texto, adaptando contenido científico a la comunicación divulgativa sin perder su rigor, para interesar al público en general. Mediante un modelo metodológico para la realización de cartel y de la ilustración, bajo la aplicación de técnicas análogas como grafito, tinta, acuarelas, lápices de colores y acrílico, así como software de diseño, en este caso illustrator y photoshop («Biología-Horarios», s. f.)

Por otro lado, mencionaré el diplomado presentado en 2015 por Alberto Guerra, con la participación del Mtro. Aldi de Oyarzabal en la unidad académica SISAL en Yucatán **Fig.65**, perteneciente a la Facultad de Ciencias UNAM. Si bien, este diplomado no está activo desde 2017, es un referente por ser uno de los que más ha diversificado en temas y que resulta en una de las ofertas más completas hasta el momento, descentralizando su enseñanza de la botánica y el naturalismo, y para el año que se presentó agregando técnicas de dibujo digital, un tema cada vez más presente actualmente.

Los contenidos de este diplomado se pueden encontrar en línea, pero de manera sintética se puede decir que era un diplomado con una duración de 180 hrs, dividido en tres módulos que iban desde lo básico a nivel avanzado, trabajando con diferentes organismos, a su vez realizando salidas de campo para dibujar cerca de su objeto de estudio y comprender sus interacciones con el medio. Además, sus temáticas iban desde la definición de la disciplina, pasando por los fundamentos del dibujo y el diseño, la aplicación de técnicas análogas mediante la aplicación en proyectos diversos, concluyendo en su último módulo con dibujo e ilustración digital que incluía técnicas digitales, creación de pinceles, iluminación, creación de escenas, efectos especiales, tridimensionalidad entre otros (Guerra, 2015).

En cuanto a la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, entidad académica que oferta licenciaturas del área médico-biológicas, ostenta un taller de *Dibujo Científico* **Fig.66** dirigido a estudiantes del plantel, así como, para la comunidad



Programa del
**Diplomado en ilustración
científica**

2015-2016



ilusCientíficaUNAM



Fig.65
*Portada del Programa del
diplomado en Ilustración
Científica impartido
por Alberto Guerra.*

Nota. Adaptado de SISAL-UNAM

[Fotografía]

[http://www.sisal.unam.mx/
eventos/pdfs/dicp.pdf](http://www.sisal.unam.mx/eventos/pdfs/dicp.pdf)



Fig.66
Encabezado del Curso de Dibujo Científico de FES-Iztacala
 Nota. Adaptado de *Secretaría de Desarrollo y Relaciones Institucionales*
 [Fotografía]
https://sdri.iztacala.unam.mx/?page_id=2289

complementar su práctica profesional («Dibujo Científico», s. f.).

Por lo que se refiere a la Facultad de Artes y Diseño, oferta un par de diplomados con opción a titulación («Diplomados», s. f.). Por un lado, el diplomado de *Ilustración Científica Botánica* Fig.67, con un nivel básico intermedio constituido por tres módulos, el primero sobre la *historia de la gráfica botánica en México*, que aborda aspectos tales como, el dibujo botánico prehispánico en códices, la influencia colonial, las ilustraciones botánicas de la Nueva España y la ilustración en el siglo XVIII y XIX. Como parte del segundo módulo Arte y Ciencia con temas como, fundamentos del dibujo, enseñanza y aplicación de técnicas diversas como acuarela, lápiz, tinta, dibujo en punta de plata, técnicas fotográficas, para aplicación en ilustración científica e infografía.

Como tercer y último módulo, *Del quehacer botánico a la ilustración científica*, centrado específicamente en la especialidad de botánica como conceptos básicos, características, herbarios, retos en

externa, con un costo aproximado de \$1600.00 pesos y una duración semestral de 120min, una vez a la semana, donde se aprenden nociones básicas de dibujo, aplicando técnicas análogas de representación particularmente acuarela, también, se enseña la perspectiva, soportes y materiales, empaste, textura, relieve, opacidad, veladuras y transparencia, un taller básico con buenos resultados especialmente para los alumnos de biología, que buscan

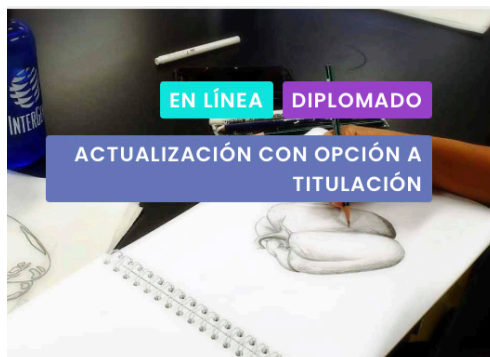


Ilustración científica botánica

Fig.67
Oferta de Diplomado en Ilustración Científica Botánica 2023.
 Nota. Adaptada de *Educación Continua FAD* [Fotografía]
<https://educacioncontinua.fad.unam.mx/diplomados/#>

la conservación botánica, dibujo para publicaciones, colecciones del jardín botánico y etnobotánica entre otros. Este diplomado consta de 240 hrs, en sistema mixto, virtual y presencial, con un costo para nacionales de \$20,600.00 pesos y está a cargo de la Mtra. Erika Pérez Parra en colaboración con diversos docentes.

El segundo diplomado de la FAD *Ilustración para la Ciencia y la Naturaleza* Fig.68, integrado por cinco módulos cada uno, impartido por un ilustrador científico de los más reconocidos actualmente, como María del Carmen Gutiérrez Cornejo, Aldo Domínguez de la Torre, Carlos Ortega Contreras y Aslam Narváez Parra. Con una duración de 240 hrs, en un nivel básico y un costo para nacionales de \$20,600.00 pesos mexicanos. Como primer módulo *Dibujo científico al natural*, que integra los saberes de la definición de ilustración científica y naturalista, su tipología, bocetaje, técnicas para el dibujo, elementos y características compositivas, cada uno de los temas vistos a mayor profundidad.

En segundo lugar, el módulo llamado *Tintas* que contempla la enseñanza de láminas botánicas, aspectos taxonómicos y proceso con estilógrafo. En el tercer módulo *Acuarela*, donde se aborda la acuarela en las ciencias naturales, la aplicación de la técnica mediante un método, paleta de color naturalista, contrastes, complementarios y volumen con gris de Payne.

Lo que corresponde al módulo cuatro, es *Óleo para paisaje*. Sin duda relevante, pues casi nadie en México se dedica a ello, es decir, el paisaje puede llegar a considerarse como algo implícito dentro de la ilustración científica y naturalista, sin embargo, resolver el paisaje que acompaña un objeto de estudio es más complejo de lo que parece. El diplomado en este módulo integra las interacciones biológicas, usos de perspectiva y profundidad de campo, así como la aplicación de la técnica en óleo. Para el quinto y último módulo sobre *Ilustración digital* ronda temas de preparación y edición de imágenes para soportes editoriales, modos de color para impresión e imagen digital, dibujo vectorial y de píxeles e infografías.

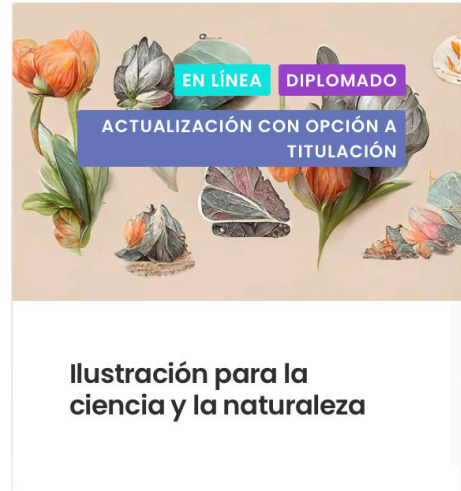


Fig.68

Oferta de Diplomado en Ilustración para la Ciencia y la naturaleza.

Nota. Adaptada de Educación Continua FAD [Fotografía]

<https://educacioncontinua.fad.unam.mx/diplomados/#>

Esta es la oferta académica sobre ilustración científica que tiene la UNAM, queda claro que son formaciones cortas y en algunos casos básicas, sin embargo, en cada nueva edición se actualizan y añaden temas importantes. Se debe agregar que, si bien, no hay como tal una formación sobre paleo-arte, la licenciatura de Biología en cualquiera de sus planteles, integra una asignatura sobre paleontología y aquellos que se interesan y buscan profundizar en el tema, así como, en representar estos seres extintos recurren a estas propuestas para desarrollar sus habilidades de dibujo, por lo cual si bien las opciones son modestas no dejan de solicitarse, pues el interés desde diversas áreas es tan extenso que frecuentemente encuentra adeptos.

Al mismo tiempo, el *Colectivo de Ilustradores de la Ciencia y la Naturaleza de México* (CICYNM), durante el año, ofrece diversos cursos o talleres respecto al dibujo científico y naturalista para todo público que se publicitan en su página como en sus redes sociales, así como conversatorios con especialistas en la disciplina de diversos países iberoamericanos e hispanohablantes, estos últimos se transmiten de forma gratuita por su página oficial en Facebook. Actualmente, está por empezar el último curso del año llamado *Introducción a la Ilustración Científica*. Es conveniente señalar que este colectivo colabora con *Korea Botanical Arts Cooperative* y con *BioGrafos Colectivo de Ilustración* en Colombia.

Historia Natvrae es un colectivo de menor presencia que el CICYNM, pero que también realiza eventuales esfuerzos de formación. En su página oficial ofertan diplomados y cursos como, *Diplomado de Ilustración Botánica*, *Diplomado en Ilustración de Historia Natural*, *Diplomado en Ilustración de anatomía de animales y plantas* y un *Curso de historia natural de Anfibios y Reptiles* **Fig.69**. Este colectivo se encuentra bajo la dirección de René Villanueva Maldonado, naturalista y artista de la historia natural, quien realiza colaboraciones con otros especialistas en el tema con los



Fig.69
 Imagen de oferta de formación del colectivo *Historia Natvrae*.
 Nota. Adaptada de *Historia Natvrae* [Fotografía]
<https://www.historianatvrae.com>

que ofrece esta oferta de formación.

Galería Colmena, es un proyecto que se inició a mediados del 2021, inaugurado formalmente el 5 de junio de ese año. Un lugar donde convive el

arte, la ciencia, la naturaleza y la creatividad, donde se ofertan talleres por especialistas docentes, se hacen exposiciones y se vende material de arte. Ubicado en la Alcaldía Benito Juárez de la Ciudad de México **Fig.70**. El tipo de talleres que se imparten ahí son diversos pero la importancia de esta referencia radica en los temas de ilustración científica y naturalista que se vinculan con arte y ciencia, tales como bordado realista, cartonería fantástica, montaje entomológico, encapsulado para joyería en resina, pintura de animales prehistóricos, escultura, pintura de mamíferos, ilustración científica, acuarela, grabado, dibujo científico de insectos entre otros.



Fig.70

Galeria Colmena

Nota. Adaptada de Facebook:

@GaleriaColmena [Fotografía]

<https://www.facebook.com>

/GaleriaColmena/

Se debe agregar que los que imparten los talleres son reconocidos ilustradores científicos o emergentes, tales como, Marco Antonio Pineda, María del Carmen Gutiérrez Cornejo, Carlos Ortega Contreras, y Angel C. Bernal, por mencionar algunos y que los talleres que ahí se imparten, provienen de los productos alternativos que se pueden generar dentro de la comunicación científica o a partir de ilustración científica o naturalista.

Finalmente, hay dos plataformas relevantes de cursos virtuales, Doméstika **Fig.71** y Crehana **Fig.72**, que ofertan una gran cantidad de formación corta en diversos temas, incluido el dibujo naturalista o con enfoques básicos de ilustración científica. Aunque el profesorado proviene de distintos países, hay participación de especialistas mexicanos como el caso específico de Carlos Ortega Contreras “Balamoc” quien participa en esta plataforma con el curso *Ilustración científica de animales en acuarela*. Estas plataformas de cursos ayudan a diversificar en técnicas de dibujo y otros conocimientos al público en general, desde la comodidad de donde te encuentres a la hora que te acomode y a un precio accesible.

Además de la oferta antes señalada, como mencioné al principio de este apartado, existen pequeños cursos eventuales, dictados por ilustradores consolidados o emergentes, que por lo general se socializan y promocionan en las redes sociales que manejan y en los que se suscriben especialmente sus seguidores, en ocasiones se realizan en colaboración con algún colectivo o blog de divulgación ya sea de manera virtual o presencial.

DOMĚSTIKA

Fig.71

Logotipo Doméstika.

Nota. Adaptado de Doméstika

[Fotografía]

www.domestika.org/es

crehana

Fig.72

Logotipo de Crehana.

Nota. Adaptada de Crehana

[Fotografía]

<https://www.crehana.com>

A su vez algunos recintos como museos, llegan a ofertar pequeños cursos dentro de su cartelera o con motivo de algún evento especial, como fue el caso del *Museo de Historia Natural y Cultura Ambiental de la Ciudad de México*, que durante abril del 2022 participó en un evento llamado *Insecta Festival del Bosque de Chapultepec*, donde entre otras cosas se llevaron a cabo talleres de ilustración científica de insectos, impartidos por María del Carmen Gutiérrez Cornejo, Carlos Ortega Contreras y Angel C. Bernal Fig.73.



Fig.73

De izquierda a derecha. Angel C Bernal, Carmen Gutiérrez Cornejo (Krmeline), Carlos Ortega Contreras (Balamoc), en el taller de dibujo científico de insectos en el Museo de Historia Natural y Cultura Ambiental durante el Festival Insecta 2022 en el Bosque de Chapultepec.

Como se puede observar, la oferta de formación actual en México va en aumento con respecto a lo que había hace algunos años, sin embargo, aún no se diversifica en temas como medicina, anatomía, ilustración y modelado

3D enfocado a la IC, astronomía, representación monumental y animación con enfoque naturalista y científico, por nombrar algunas, tampoco se ha formalizado en las universidades más allá de la oferta que ya se presenta a modo de preparar ilustradores científicos y naturalistas profesionalmente, que puedan enfrentar diversos escenarios nacionales o internacionales.

El interés en la formación existe, los nichos de oportunidad respecto a la disciplina también, las necesidades a cubrir son reales dentro y fuera de la universidad con respecto al campo laboral, las condiciones de factibilidad en la UNAM son propicias para sustentar y construir una formación interdisciplinaria dentro de la disciplina, colocando a la institución como pionera en la profesionalización en nuestro país.

CAPÍTULO 3

La Interdisciplinarietà In Situ

Sobre la naturaleza interdisciplinaria de la Ilustración Científica, requerimientos profesionales para la formación y la relación ciencia y arte en la implementación de la disciplina.



Cuando se habla de ilustración científica a menudo se hace referencia a una frase, – el arte al servicio de la ciencia – y aunque en términos generales es una frase razonable, ya que la ciencia se apoya en reiteradas ocasiones en dibujos, diagramas y todo lo que pueda incluir el espectro de creación de imágenes, para difundir, divulgar, proyectar o enseñar lo investigado, lo cierto es que en sentido estricto es un error denominar en esta disciplina, que el arte sirve a la ciencia, pues esto da pie a un supuesto que implica un trabajo subordinado entre científico-investigador versus diseñador-ilustrador, donde el segundo podría resultar en cualquier caso como un mero trabajador a destajo, desvalorizando o incluso anulando su importancia dentro del trabajo científico visual.

Otro aspecto, es la naturaleza de la Ilustración científica que recae en un trabajo inseparablemente colaborativo, de otro modo no puede garantizarse que la imagen en cuestión sea científica. A menudo el desconocimiento, la falta de pautas o claridad en la delimitación de esta, ocasiona que indiscriminadamente imágenes naturalistas sean afirmadas como científicas y por extensión el creador de esas imágenes un ilustrador científico.

Por otro lado, el interés interdisciplinario para la formación profesional de la ilustración científica que está estrechamente relacionado con los modelos institucionales universitarios y que, tal como el sociólogo Rolando García comenta en su libro *Sistemas complejos* (García, 2006, p. 91), sobre la responsabilidad universitaria de fomentar un conocimiento no fragmentario, que permita a los egresados conformar equipos de investigaciones que estén a la altura de las necesidades actuales. En esa línea podemos observar la importancia de una instrucción académica, que permita formar a ilustradores científicos en el amplio espectro que esta disciplina posee y evitar lo que tan a menudo ocurre con los que intentan ilustrar ciencia sin conocimiento alguno de ello y desvirtúan la profesión.

Además, García también hace una importante distinción entre multi e interdisciplina, que en gran medida ayuda a definir los papeles que juegan dentro de la ilustración científica. Una de sus premisas radica en el hecho conocido por las instituciones y universidades en contra de la excesiva especialización y la afirmación de que nadie puede abarcar todos los conocimientos, lo que causa un interés especial por los grupos interdisciplinarios. Sin embargo, con frecuencia la manera de dar solución a esto resulta no ser adecuada y revela la confusión que los términos inter, multi o transdisciplina representa.

[...] no son raras las veces en que se somete al alumno a “cursos interdisciplinarios” que consisten simplemente en conjunto de temas “puestos juntos”, cada

uno de los cuales es desarrollado por un... ¡especialista! En tales casos se deja al alumno la tarea más difícil: efectuar por sí mismo la síntesis integradora. (García, 2006, p. 92)

El autor define a los grupos de investigación como multidisciplinarios y a la metodología para investigar como lo realmente interdisciplinario esto último es abordar desde una perspectiva particular un problema tratado por muchas disciplinas (García, 2006, p. 93). Algo que suele ocurrir en este caso entre el ilustrador y el científico, investigador o especialista dentro del marco del trabajo colaborativo.

La definición de este trabajo colaborativo va a depender de las concepciones acuñadas por los diferentes autores que buscan referir este tipo de trabajo idóneo interdisciplinario, que en sus implicaciones generales frecuentemente coinciden. Para los fines que atañen a esta investigación me apegaré a la definición que Pedroza Flores (Apostel,1972)

Interacción existente entre dos o más disciplinas, que mantienen diversos canales de comunicación: Esta interacción puede ir de la simple comunicación de ideas hasta la integración mutua de conceptos directores, de la epistemología, de la terminología, de los procesos, de los datos y de la organización de la investigación y de la enseñanza correspondiente. Un grupo interdisciplinario se compone de personas que han recibido una formación en diferentes campos del conocimiento (disciplinar) teniendo cada uno conceptos, métodos, datos y términos propios (Pedroza, 2006, p. 80).

En otras palabras, el conocimiento disciplinario constatado por su definición suele ser limitante, pues no permite la incursión que no esté dentro de su saber, la justificación para generar conocimiento interdisciplinario va más allá de generar un conocimiento integral para perfiles profesionales, la interdisciplina nos provee de un conocimiento divergente y holístico que como resultado tiene que ver con sus aportaciones, tal como cita Vienni a Bunders (Vienni, 2015, p. 161), tiene que ver también con otros aspectos de la vida académica y social, como colaboración entre institutos, facultades, organismos gubernamentales entre otros y la posibilidad de lograr mayores alcances comunicativos.

Concerniente a estos alcances de la ilustración científica sobre las investigaciones, el beneficio se obtiene mediante interesar a la sociedad en temas que podrían ser de difícil acceso y contribuir a despertar sus intereses académicos, que permita potenciar la profesionalización de una nación. En realidad el impacto de la interdisciplina está claro para la UNAM, por ello busca realizar proyectos que permitan este tipo de trabajo y en sus considerandos, en cuanto a las propuestas curriculares es uno de los requisitos fundamentales (Montiel et al., 2019, p. 29).

Dada la importancia particular de la interdisciplina en la Ilustración científica para su profesionalización, debemos entender que:

[...] la suma de los mejores especialistas en sus campos no pueden engendrar más que una incompetencia generalizada, puesto que la suma de las competencias no es la competencia: en el plano técnico, la intersección entre los diferentes campos del saber es un conjunto vacío.[...] La interdisciplinariedad tiene una pretensión diferente a la pluridisciplinariedad, pues se refiere a la transferencia de los métodos de una disciplina a otra.”(Nicolescu, 2009, p. 36)

El entendimiento del concepto de interdisciplina es uno de los puntos más conflictivos que obstaculizan la formación, para que este obstáculo sea librado según Yves Lenoir (Lenoir, 2013, p. 74) se requiere la guía de un líder dentro del grupo interdisciplinario, que funja como moderador y cuente con la validación y respeto por el resto del equipo, para que todos sean escuchados, se delibere y se consigan acuerdos y cooperación mutua para la generación y práctica de conocimiento interdisciplinario, para lo cual también se debe entender en que consiste esta interdisciplinariedad para poder tomar acción en la propuesta educativa y profesional.

Así mismo, en la interdisciplina el lograr una verdadera articulación de sus componentes, requiere la integración de los mismos, pues tal como lo señala Rolando García, “no se trata de aprender más cosas”, sino de “pensar de otra manera” (García, 2006, p. 90). Tomando en cuenta la naturaleza interdisciplinaria de la ilustración científica, necesitamos poder dar solución y resultados holísticos, que den pie a un lenguaje y epistemología propios de esta área profesional y entonces poder generar una formación sólida que en suma, no solo es el conocimiento o el resultado de este conocimiento que se produce, sino la calidad con la que se realiza.

En correspondencia, idealmente tendría que considerarse, una formación horizontal, teniendo en cuenta que la Ilustración científica es una disciplina que como principal objetivo tiene la creación de imágenes especializadas, las otras disciplinas que convergen en ella, que son todas aquellas pertenecientes a las ciencias, deben trabajar conjuntamente con el ilustrador para generar trabajo colaborativo y no de forma subordinada ni a modo de máxima autoridad.

Se debe agregar que, el trabajo colaborativo de esta naturaleza, es no solamente guiado por la necesidad de transmitir un conocimiento observado y estudiado, también con la intención de optimizar la comunicación a la hora de transmitir el mensaje y esto solo se puede lograr de manera interdisciplinaria donde se logre integrar el rigor de la investigación a través de un especialista y el talento representativo y visualización de datos que el

ilustrador pueda aportar. Pierre Bordieu expuso un importante punto sobre los investigadores y su público:

A veces yo me digo al lado del equipo de investigadores, sería necesario tener un equipo que trabajara en otra lógica para hacer conocer extensivamente los logros de la investigación [...] Los que hacen la investigación no siempre tienen el tiempo de volver a escribir con la intención de llegar a un público más vasto, y por otro lado no siempre poseen la competencia para hacerlo (Bourdieu, 1998 “Los investigadores y su público”, párrafo 1).

Aunque claramente Bordieu se refería a realizar paralelamente escritos para divulgación, es algo que se extiende a la ilustración científica.

Se debe agregar que, el cientificismo resulta un lastre que no deja avanzar esta particular disciplina, aunque es una ideología del siglo pasado, en Iberoamérica es frecuente que esta creencia arraigada obstruya el conocimiento horizontal, pues se basa en la idea de que:

[...] el único conocimiento –la ciencia– es el detentor de los medios de acceso a la verdad y a la realidad. [...] Hoy en día, el Neo-cientificismo en ciernes ya no niega el interés del diálogo entre la ciencia y los otros campos del conocimiento, pero no renuncia al postulado que afirma que el horizonte de la pertinencia de la ciencia no tiene límites y que la ciencia sigue siendo capaz de dar cuenta de la totalidad de lo que existe (Nicolescu, 2009, p. 83).

Lo que sumado a la defensa del territorio disciplinar, se convierte en un verdadero dolor de cabeza, a la hora de conciliar entre los grupos disciplinares la manera de abordar la Ilustración científica o cualquier otra disciplina interdisciplinaria, en que coincidan las ciencias y las humanidades.

Ciertamente, los desafíos contemporáneos respecto a la divulgación, enseñanza y difusión de la ciencia, son una de las más grandes razones para profesionalizar este conocimiento interdisciplinario, acompañado además, de un contexto político, social, y tecnológico que responde a características particulares en Iberoamérica y que los sistemas educativos aún no logran concretar.

Esto requiere pensar el tipo de currículo a implementar, el cual debe facilitar conocimientos, habilidades y competencias que se requieren para el futuro, así como el tipo de procesos educativos, aprendizaje y en última instancia, qué políticas o reformas de la educación para ese cambio se necesita. [...] el desafío más relevante de la educación contemporánea es adaptarse a la creciente evolución tecnológica, científica, social, y cultural de los entornos, que dan cabida a una sociedad del aprendizaje y del conocimiento (Suasnabas-Pacheco & Fernández, 2020, pp. 174-175).

De tal modo que al observar el desarrollo de la ilustración científica, desde su origen en la ilustración naturalista nos damos cuenta, como esta se ha ido adaptando, no solo a la manera de hacer ciencia e investigar, también a los avances tecnológicos disponibles y su tránsito natural hacia ellos, ahora más que un trabajo analógico, pictórico y de limitada reproducción, vemos cada vez un mayor uso de lo digital que propicia una síntesis en tiempos, costos y reproducción que potencian el trabajo disciplinar, además un creciente uso de la animación y modelado 3D, que nos da una visión global de entendimiento visual sobre los objetos de estudio.

Por otra parte, Pedroza da cuenta de los retos en la formación curricular interdisciplinaria, “no ha sido una tarea fácil debido a múltiples factores: resistencias, inercias, desconocimiento, tradiciones, defensa de territorios disciplinarios, etc.”(Pedroza, 2006, p. 85). Este último punto, ha sido evidente en los cursos, talleres o diplomados que en las últimas décadas se han ofertado, 1° porque en su mayoría esta capacitación se ha centrado frecuentemente en la botánica y zoología y no se han tomado en cuenta las otras ciencias y en 2° lugar porque se ha abordado desde el punto de vista de la formación recibida por quien imparte la capacitación, dejando de lado la interdisciplina, enfocándose en lo que disciplinariamente le atañe respecto a su formación y dando lugar a imágenes deficientes en algunas características que no pertenecen a su formación.

En consecuencia, esta defensa territorial disciplinar es nociva en la implementación y profesionalización, especialmente en el caso de la ilustración científica, donde la ausencia en las universidades ha dado cabida a profesionales formados mediante la experiencia y sin demeritar el valor de su trabajo, que ha dado respuesta hasta el momento a las necesidades del medio y se les ha reconocido como ilustradores científicos, en algunos casos se presentan las deficiencias señaladas anteriormente.

Como muestra, se han dado casos de ilustradores que se han formado en las ciencias y que han incursionado en la ilustración, primero por necesidad de complementar sus propios trabajos de investigación, por reducción de costos al no contratar a un ilustrador y también, porque tienen el gusto por la creación de imágenes.

Finalmente, para poder llevar a cabo una propuesta educativa sobre la ilustración científica y lograr que esta sea verdaderamente interdisciplinaria, es necesario no solo pensar en los saberes requeridos para formar profesionales con conocimientos integrales, además, lograr formar grupos interdisciplinarios que lleven a cabo la tarea integradora entre ciencia y arte, para que el pensamiento formativo no responda a una disciplina preexistente en particular.

Que se entienda, que el trabajo requerido es colaborativo, tanto dentro de las aulas de enseñanza, como en el campo laboral, para generar imágenes no solo científicamente correctas, también de una alta calidad e impacto iconográfico, posicionando al ilustrador como parte importante en los equipos de investigación y potenciando la enseñanza, difusión y divulgación de las ciencias mediante la creación de imágenes.

De esta forma se podrá reducir los efectos que actualmente tiene la mala praxis interdisciplinaria, entre investigador e ilustrador debido al desconocimiento de los roles, parámetros, límites y valor comunicativo de la ilustración científica. Ayudando a un mejor entendimiento entre profesionales de diferentes áreas del conocimiento, en un ambiente de respeto mutuo y reconocimiento al creador de imágenes especializadas para las investigaciones que hoy en día no siempre se logra.

3.1 LA FORMACIÓN PROFESIONAL REQUERIDA

La pregunta constante, en los círculos de la ilustración científica respecto a quién resulta más apto para incursionar en la disciplina, en cuanto a su formación, se encuentra con varias opiniones de especialistas en el tema, aunque se reconoce el gran trabajo y trayectoria de ilustradores científicos con formación en ciencias que además, se debe decir, en las últimas décadas son los que más se han interesado en crear imágenes de este tipo como complemento para su trabajo de investigación, la mayoría coincide en que resulta ideal tener una formación en artes para que la experiencia en técnicas y materiales se aplique apropiadamente, junto con los principios básicos de dibujo y diseño de manera particular a soportes editoriales, que son los más recurrentes a la hora de ilustrar y comunicar la ciencia, tomando en cuenta que la disciplina abarca muchas especialidades científicas y que cada proyecto demandaría un trabajo colaborativo con el investigador.

Es así como, Elaine Hodges comenta en uno de sus artículos que aunque hay muchas maneras en las que un ilustrador científico puede formarse, lo más importante siempre será su portafolio de ilustrador (Hodges, 1989, p. 104). Lo que significa, no solo un compendio de obras dispuestas en él, además la experiencia, en el sentido de que la obra haya sido utilizada para publicaciones e investigaciones propiamente. El ilustrador científico Román García Mora, lo explica de este modo “Un ilustrador científico debe ser un especialista en creación de imágenes, más que un especialista en la ciencia. Al final acaba interviniendo en proyectos de disciplinas variadas y lleva toda una vida de estudio, y de pasión, convertirse en un experto en cualquier disciplina científica”(Lozano, 2016).

Cabe resaltar históricamente que esta disciplina ha tenido momentos en que la balanza se ha inclinado hacia el arte o la ciencia con respecto a sus ejecutantes. Ejemplos tales como Durero, proveniente de las artes, nos dejó su emblemático rinoceronte, que ha sido parte de estudios e investigaciones y que dentro de los orígenes de la ilustración científica, es un referente obligado, no sólo como obra, sino sobre el contexto que envuelve el cómo se realizaban las representaciones. Por otro lado, un ejemplo como la obra Anatomía de Grey por Henry Grey y Henry Vandyke Carter, provenientes de la ciencia médica, nos habla no solo de un progreso en la representación de rigor y de una época diferente, sino de que en realidad no hay una restricción en cuanto a la formación de origen de un ilustrador científico.

En la actualidad, hay ejemplos en Iberoamérica de ilustradores científicos provenientes especialmente de Biología que han incursionado en la disciplina; sin embargo, se puede observar que aquellos que han logrado cierto

reconocimiento entre el gremio, han tomado dos caminos. El primero, los que se han formado en programas extranjeros de especialidad o posgrado referentes al tema y el segundo, los que han tenido la fortuna de colaborar en trabajo de gabinete y en la marcha de estas colaboraciones a lo largo de cierto tiempo, han aprendido a trabajar con el especialista en cuestión y a llevar una metodología en parte intuitiva y en parte dictada por la metodología científica.

Si bien, este último caso es menos frecuente también presenta ciertos inconvenientes, puesto que dicho ilustrador se especializa únicamente en cierta rama de la IC, en lugar de hacerlo en la creación de imágenes y en una comunicación científica, que pueda ayudar al ilustrador a diversificar su trabajo en otras áreas de la disciplina, incluso a contar con herramientas que enriquezcan visualmente su obra. Además, suele también ocurrir, que aquellos que han aprendido sobre la marcha centrados en una específica rama de la IC, si no buscan actualizarse en técnicas, formatos o salidas comunicativas, así como en tecnología que interviene en estos procesos de creación visual, acotan demasiado su campo de trabajo.

Hoy en día el desconocimiento de la disciplina da como resultado que se le siga confundiendo con ilustración naturalista o que aun intentando ilustrar bajo ciertos parámetros, la obra no se utilice en acompañar un trabajo científico, sino divulgativo o incluso ornamental para publicación y se insista en colocarla en esta tipología. Algunos ilustradores con gusto por la ciencia, pero desconocimiento de características de esta disciplina, se autodenominan ilustrador científico sin serlo, así vemos que la profesionalización de la IC es necesaria, para poder aplicarla de manera óptima y lograr crear este puente comunicativo, que ayude a las ciencias a enseñar, difundir y divulgar el conocimiento e investigaciones que se realizan en sus áreas.

A menudo podemos observar en México, que los ilustradores científicos provenientes de las ciencias trabajan solos, es decir, que ellos mismos resuelven la parte visual y científica, lo que propicia deficiencias en la creación de sus imágenes. Esta afirmación parte de la idea de “que nadie puede abarcar el amplio espectro de conocimientos que requieren estudios interdisciplinarios la única forma de abordarlos, es a través de planes de trabajo integrados por representantes de diversas disciplinas”(García, 2006, p. 92). Teniendo en cuenta que en este país, no hay una formación profesional al respecto y que todo lo conocido gira en torno a la experiencia y práctica laboral, el trabajo de estos ilustradores tendrá a lo mucho una justificación científica, pero no puede garantizarse que sea una ilustración científica en todos los casos o que en su defecto sea óptima.

El gran problema social-profesional, que observa lo científico versus lo artístico trae consigo algunos otros aspectos que llaman la atención, y es que con frecuencia un especialista científico que busca realizar por el mismo la parte visual de su investigación, se convence a sí mismo de que al tomar algunos cursos o talleres respecto a dibujo y técnicas de representación, habilitan su obra como ilustración científica o a él mismo, como ilustrador científico, una vez que realice la publicación de su investigación.

En contraste, podemos reconocer que esta parte social-profesional de la que hablé anteriormente no validará una investigación como científica proveniente de un ilustrador que haya tomado un curso de cualquier tipo en alguna área científica, pues no habría argumento para asegurar que la investigación tenga alguna autoridad científica, ya que el autor no se formó en esa área profesional y retomando lo que expresó García Mora convertirse en un especialista en cualquier disciplina lleva toda una vida de estudio.

Está claro, que el paradigma a romper desde hace tiempo, es la validación dentro y fuera de la academia de que las artes son una disciplina tanto como las ciencias y que requiere de formación y no es solo un hobby o algo en lo que podemos alcanzar una autoridad después de tomar un breve curso, pues incluso la formación a nivel profesional de estas dos áreas, artes y ciencias conllevan un esfuerzo en la asimilación de conocimiento que permita alcanzar la profesionalización.

Con respecto a esto, debemos recordar que el estudiante de licenciatura de artes y diseño pasa varios años aprendiendo sobre los fundamentos, teoría de la imagen y dibujo, además de que dedica esfuerzo a especializarse en un área determinada y todo este tiempo entrena su vista y sentidos para ejecutar su obra. Junto con ello, la ilustración científica resulta en otra disciplina, una que por su naturaleza interdisciplinaria requiere su propia formación y ciertos conocimientos previos de los que parte.

Por consiguiente hay que tomar en cuenta que si bien lo ideal sería formarse en artes y diseño, pues IC es una disciplina centrada en la creación de imágenes especializadas, con diferentes salidas comunicativas que también, requieren de conocimiento en edición, para formatos editoriales y técnicas digitales que ayuden a la visualización en formatos 3D o de video por mencionar algunos. No hay, como tal, una restricción en cuanto origen disciplinar para emprender el camino de especialización en IC. Y que la pregunta realizada a menudo en el gremio y al principio de este apartado sobre quien resulta mas apto para incursionar en la disciplina respecto a su formación que genera tanta polémica es irrelevante, pues se requiere una formación interdisciplinaria para poder ser un ilustrador científico.

Sin embargo, es necesario recalcar que, como cualquier otra disciplina requiere, compromiso del practicante, para ejecutar los conocimientos en que se especializa. Así como conocimientos previos desde los que se parte para alcanzar este nivel de maestría en la creación de imágenes y comunicación para la ciencia. De tal modo, que si el interesado en formarse en esta disciplina proviene de un área científica, deberá contar cuando menos con conocimientos sobre dibujo y técnicas de representación previos a esta formación.

Debido a que, la ilustración y comunicación científica es más que saber dibujar bien, o integrar todo el conocimiento que sustente una investigación, requiere el aprender nuevas habilidades, y la interdisciplina es el único camino, para obtener resultados óptimos que permitan transmitir las ideas y el conocimiento a diversos públicos. En consecuencia, la formación de ilustradores científicos provenientes de distintas disciplinas, podría generar una perspectiva horizontal, respecto a la importancia profesional de las diferentes áreas que participan de manera directa o indirecta y así lograr la tan anhelada inclusión de los saberes, en pro de una colaboración profesional complementaria.

Finalmente, se requiere una formación más holística que permita un entendimiento de la disciplina, aun cuando se incursione en una determinada área, ya sea por necesidad, gusto o por oportunidades laborales, si bien Iberoamérica está buscando la manera de consolidar esta disciplina a través de diversos esfuerzos y desde sus propias necesidades, es importante dar un vistazo a lo que se realiza en otras partes del mundo con una larga tradición de dibujo científico, que nos permita contrastar y retomar, aquello que pueda servir en la aplicación y desarrollo profesional de la IC.

3.2.- Ciencia y arte, una formación imprescindible

La Ilustración Científica, es un puente que conecta ciencia y arte, una dupla disciplinar menos frecuente debido a la naturaleza de cada una de estas áreas del conocimiento. Sin embargo, cumple una función de comunicación poco reconocida en su relación e impacto en las investigaciones, en un punto ciego dentro de la praxis científica, que es necesario reconocer para dar paso a la interdisciplina.

Cabe destacar que en el área científica encontramos la problemática de no conocer del todo la importancia y valor comunicativo de la ilustración científica y naturalista para difundir y divulgar las investigaciones eficazmente; en cuanto al arte se observa la falta de reconocimiento de la comunicación científica como un área de oportunidad para colaborar y proponer proyectos visuales bajo respaldo académico profesional, debido a la falta de formación universitaria tal como una especialidad para el profesional en arte y diseño o incluso una licenciatura. A continuación se expondrán los motivos encontrados en esta investigación sobre estas dos áreas del conocimiento.

Existen varias razones por las que esto ocurre, en el sentido de la concepción de la ciencia versus el arte se observa una constante en la que el imaginario colectivo identifica como mayormente trascendente a la ciencia, debido a su objetividad y rigor, por la que sus resultados son concretos frente al arte; que es evidentemente subjetivo, y por ende se convierte en una realidad construida por el autor y el observador, y no una realidad concreta. En este contexto, partiendo de que todo conocimiento es una construcción social, sería absurdo basarnos únicamente en esa idea.

Por un lado, la supuesta objetividad se pone en entredicho por varios autores, y es que, aunque se pueda señalar que la ciencia en su proceso resulta rígida y no admite datos que no puedan ponerse bajo el escrutinio del método, desechando en lo posible el conocimiento empírico y la percepción del investigador, lo cierto es, que el empirismo es por lo general, el origen de cuestionamientos que han llevado al progreso científico; en cuanto al arte, el proceso mental para alcanzar un determinado fin artístico conlleva una maniobra sináptica que ha sido estudiada, pero que no se ha podido explicar del todo, incluso la creatividad ha resultado no en un proceso espontáneo y azaroso, tanto como en un proceso mental complejo con diversos factores que hace difícil describir un método concreto para alcanzarla.

Ahondemos, sobre ese punto ciego en la ciencia. Cuando un investigador da comienzo con su labor de estudiar, comparar, aplicar teorías y observar resultados conlleva acciones perceptivas y prácticas del mundo tangible a

partir de todo aquello que se pueda demostrar, es decir, un pensamiento lineal que lo conduzca a la obtención de resultados que apoyen o no la hipótesis planteada y estos métodos aprendidos en la formación del investigador.

Como muestra hay que tomar en cuenta lo que el sociólogo Pierre Bourdieu expuso sobre el sistema escolar y la manera en la que los profesores se vuelven un filtro del conocimiento fraccionándolo en “trozos escogidos” de lo que quiere decir el investigador (autor, científico, etc.) y lo que los alumnos reciben, más que a un conocimiento completo es un conocimiento fraccionado, esto responde a una praxis científica que en los tiempos que corren, parece incompleta en especial si el alumno no hace uso de los diversos medios de información disponibles que le permitan ampliar lo aprendido, debatirlo o incluso refutarlo mediante un pensamiento crítico que es lo que idealmente debería fomentarse en el aula. (Bourdieu, 1998).

Se debe agregar, que se valoran tradicionalmente los argumentos escritos que dan formalidad a las investigaciones particularmente dentro de la ciencia, por encima del lenguaje visual que pueda integrarse a ellas. A propósito de esto, ya desde la antigüedad, pensadores y naturalistas como Leonardo Da Vinci o Ulises Aldrovandi, por mencionar algunos, manifestaban que esta manera de pensamiento resultaba limitante, este último creía que cuánto más podría haber progresado el conocimiento de la naturaleza en su época si hubiese sido contada con imágenes más que con palabras (Casanueva & Bolaños, 2011, p. 49).

Esta tendencia sobre el valor de la imagen ha ido en aumento especialmente en lo que va del siglo XXI, donde se reconoce que todo conocimiento debe poder ser desde un punto más holístico, que solo es posible mediante la interdisciplina. Elke Köppen en su tesis doctoral nos habla sobre las ilustraciones en publicaciones científicas, y como en los manuales *science writing* existen reglas para los textos, para las imágenes que los acompañan hay solo una recomendación de que estas sean limitadas por cuestiones de costos y solo si son textos divulgativos, pues de otro modo no hay espacio para la “decoración” y “por regla contundente de lo que se puede decir en el texto de manera concisa y clara hay que decirlo de esta manera”(Köppen, 2007, p. 25), es decir en lenguaje escrito.

También, plantea el rumbo del futuro de las imágenes con un par de citas atinadas que devienen de los autores que comienzan a dedicarse a la comunicación científica, dos destacados holandeses Kircsz y Roosendal:

Las imágenes serán más que meras “iluminaciones” en el texto. Imágenes tienen su propio valor intrínseco. [...] Es interesante que en proceso de dictaminación no hay reglas establecidas para considerar las imágenes

como objetos independientes. En el análisis de imágenes y sus roles se rán útiles los resultados de estudios de textos (Köppen, 2007, p. 29).

Y la fotógrafa científica Felice Frenkel quien afirma

[...]en los años venideros, las imágenes asumirán crecientemente un papel prominente en la comunicación de información científica. [...] Este nuevo proceso en la comunicación científica va a producir un tipo diferente de pensamiento periodístico al proveer herramientas visuales más ricas e informativas no solamente al público en general, sino también a la comunidad científica en su conjunto. Y con este nuevo pensamiento emergerá también, aunque tardío, un merecido respeto al poder de las imágenes (Köppen, 2007, p. 30).

Como podemos observar, el punto ciego para las ciencias con respecto a las imágenes, sigue una lógica de formación tradicionalista, donde las imágenes se consideran una distracción y ornamentación inútil y costosa (hay que tomar en cuenta que hoy en día las reproducciones a color han bajado sus costos considerablemente) y este tipo de pensamiento suele dejar fuera la innegable realidad de síntesis y medio para enriquecer lo investigado.

Rene Huyghe pregunta: “¿De qué nos valdremos si no de palabras para destruir el falso prestigio de las palabras?” Y en la paradoja está ya la respuesta: solo con palabras podemos convencer a los amantes de las palabras de que estas no son el único camino para pensar y comprender el mundo (Zamora, 2006, p. 95).

Por otro lado, tenemos un popular dicho que canta “una imagen, vale más que mil palabras”, aunque actualmente no es algo que se deba tomar de forma literal, debido a los avances tecnológicos que han traído con ellos la posibilidad de edición y alteración de la imagen, lo cierto es que hay razón en ello, en el sentido de que una imagen nos muestra un referente de algo y que se acerca más a describirlo que una palabra.

Algo semejante ocurre con la manera en que los referentes mentales aparecen al escuchar o mirar una palabra, si alguien dice gato creamos una imagen mental como referente de la palabra y entonces el significado se vuelve observable y esto no suele ocurrir únicamente de manera inconsciente, un ejemplo claro está en los recursos mnemotécnicos a los que los estudiantes y la academia en sí, recurren como auxiliar en el aprendizaje y retención de conocimientos, la ilustración científica resulta no solo en un recurso de decoración, o en una representación mimética de la realidad de los objetos de estudio, la ilustración científica resulta ser un elemento importante en la formación de conocimiento y percepción de las investigaciones y de la ciencia misma, pues una de sus importantes características no es solo representar esquemáticamente la realidad (simbólica).

Además, representa la realidad que no se ve, ya sean características internas de un sujeto u objeto de estudio como lejanos o pequeños, que solo en algunas ocasiones pueden observarse mediante instrumentos amplificadores, incluso la reconstrucción de seres o lugares extintos y esta es una de las virtudes de este tipo de imagen. La ilustración científica es un medio valioso para transmitir conocimiento, mediante rigor científico que permita mostrar cualitativamente un objeto de estudio o la investigación misma.

Asimismo, Feyerabend nos daba indicios de otras formas de subjetividad que se pasan por alto en la ciencia y que está más relacionado, con la formación del investigador y de cómo asimila e interpreta el conocimiento, mediante los medios que tiene a su disposición, las leyes, los resultados experimentales, sus técnicas, sus prejuicios epistemológicos, su actitud hacia las consecuencias observadas, las teorías que acepta (Feyerabend, 1986, p. 49), en fin, factores que resultan no ser objetivos a la hora de hacer ciencia.

Me gustaría dejar claro, que no se trata de poner en mal el trabajo científico, sino de poder entender que ambas áreas son importantes y aunque den mayor peso a diferentes procesos de pensamiento, no están desprovistas de ellos y no se podría concluir que una es mejor que otra, así que en ese sentido, no admitir la necesidad de un trabajo colaborativo sin jerarquías y de complementación comunicativa como lo es la ilustración científica, resultará siempre en trabajos limitados en cuestiones de difusión, divulgación y por ende de corto alcance para los trabajos de investigación.

De modo que, esto se refleja no solo en la comunidad científica a la que pertenecen dichas investigaciones, donde estudios relevantes que no se dan a conocer puede ralentizar el progreso, mismo que podría partir desde los puntos conclusivos en que estudios desconocidos quedaron, además tienen un impacto negativo en la sociedad y en la economía de las naciones y particularmente en naciones en desarrollo, donde se ha hecho una conexión entre progreso y avance científico y tecnológico.

En uno de sus libros el reconocido científico, Carl Sagan enunció cuatro razones para acercar la ciencia a todos los ciudadanos y el peligro de no hacerlo podría resultar en lo que él llamó un “pequeño sacerdocio”, altamente competente de profesionales que da pie a monopolios y retroceso social: 1) la ciencia es el camino para que los países en desarrollo salgan de la pobreza y atraso, ya que es el motor de la economía y las civilizaciones, las naciones de primer mundo lo entienden, 2) la ciencia es un sistema de alarma para las sociedades sobre tecnologías o acciones que alteran el mundo donde vivimos, especialmente para el medioambiente global.

3) la ciencia nos enseña los aspectos más profundos de orígenes, naturalezas y destinos; de nuestra especie, de la vida, de nuestro planeta y del universo, [...] 4) los valores de la ciencia y los valores de la democracia son concordantes.[...] La ciencia prospera con el libre intercambio de ideas[...], no posee posiciones ventajosas o privilegios especiales. Tanto la ciencia como la democracia se alientan opiniones poco convencionales y un vivo debate [...]. Si no ejercitamos esos duros hábitos de pensamiento, no podemos esperar resolver los problemas realmente graves a los que nos enfrentamos (Sagan, 2000, pp. 47-48).

Así que, cómo podríamos alcanzar estos objetivos, si no compartimos a la sociedad y en especial a las nuevas generaciones, el interés en la ciencia, si no acercamos y hacemos de su conocimiento y de manera adecuada mediante canales de comunicación pertinentes y manera eficaz a un público no especializado estos avances, estudios y trabajos científicos, si a esto añadimos el poder didáctico que la disciplina aporta a las ciencias queda más que claro que el no incluir o desdeñar la ilustración científica en estas áreas es un grave error que debe corregirse reformulando la concepción metodológica de la ciencia.

El siguiente punto trata, del contexto y la mirada sociocultural y económica desde la que se observa, tal como lo puso de manifiesto Sagan en el párrafo anterior, este tipo de imagen que, a pesar de ser usada de manera creciente como herramienta divulgativa, también tiene un impacto en el progreso de la ciencia y el conocimiento, tanto como alcance de esta en el progreso de las naciones, así también sus funciones específicas en estos contextos nos señalan el qué y el cómo.

Por ejemplo, Gonzalo Abril (Abril, 2007, p. 50) cita a Aumont, un crítico de cine francés que describe tres funciones, **simbólica** que en el contexto sociocultural resultó en el simbolismo religioso, pero que en la era moderna ha traspasado lo religioso y más que nunca se ha extendido a lo que él llama la simbolización civil con ejemplos tales como la democracia, el progreso y la nación; la función **epistémica**, donde a través de la imagen podemos saber información de una determinada parte del mundo; por último la función **estética** lo que la imagen transmite en cuanto a sensaciones.

En el caso de la ilustración científica, de manera superficial podríamos reconocer estas funciones de la siguiente manera, al ser una imagen al servicio de la ciencia, resulta **simbólicamente** una imagen que habla de progreso y al mismo tiempo de la nación que está generando ese progreso, incluso de la institución de que procede, mismos que en ocasiones pueden ser reconocidos por la **narrativa** que siguen cuando son comparados con otros de su mismo género y diferente **contexto** como cuando dos trabajos de un

mismo tema, pero diferente país de origen se comparan, **epistémica**, en la manera en que determinado hecho u objeto de estudio se representa y bajo qué parámetros y estética que está relacionado con el nivel **iconográfico** que alcanza, según la habilidad del ilustrador y el impacto que genere en el espectador.

Así pues, la narrativa de las imágenes no está exenta de la globalización de masas, es decir en la época moderna la globalización y en especial el avance tecnológico, ha propiciado una convención global de parámetros que permite que en el caso de las imágenes, el sentido de estas sea entendido no solo de manera local donde se ha producido, además, permite un alcance mayor entre otras culturas que con el tiempo da paso a la transculturalidad y en consecuencia a la neoculturalidad (la creación de un nuevo contexto cultural), sin embargo, las imágenes suelen contener rastros de la cultura de origen, que pueden llegar a pasar desapercibidos, para los observadores ajenos a ese contexto por mucho que se quiera globalizar la imagen.

Todas estas observaciones, también son parte de la disciplina de ilustración científica y se observa desde la manera en la que se representan determinados objetos de estudio, las posiciones, y la composición, incluso el manejo y aplicación de técnicas que varían de un país a otro. En la búsqueda de unificación de parámetros y convenciones de representación que permitan que la difusión y divulgación de avances científicos, traspasen fronteras y puedan ser entendidos, se busca la profesionalización de la disciplina en nuestra nación, como base para una convención epistemológica, especialmente para los países hispanohablantes con la necesidad compartida de normar la ilustración científica, para impulsar la comunicación científica (Hernández & Barrio de Santos, 2016).

Por lo que se refiere a la metodología usada para la investigación tiene su origen y aceptación desde las ciencias duras en una especie de uniformidad que Feyerabend, considera una acción contra el progreso y que tiene sentido ante las diversas necesidades de las diferentes áreas del conocimiento y que en el caso de las humanidades y las artes resulta evidente trabajar en metodologías propias para cada disciplina, no porque las metodologías usadas estén equivocadas del todo, pero sí porque las metodologías deben procurar un enfoque desde las disciplinas que las utilizan.

Es conveniente mencionar, lo dicho por Kuhn al respecto de la práctica científica y sus modelos de investigación tradicionalmente coherentes, como un paradigma ampliamente aceptado y mediante el cual los alumnos son preparados para formar parte de la comunidad científica y /o profesional a la que pertenecen y que mientras no se salgan de los lineamientos tradi-

cionales no despertarán desacuerdos en su quehacer profesional, al mismo tiempo nos señala que los progresos y las investigaciones que han resultado mayormente importantes no provienen de las formas tradicionales de proceder, sino más bien las ideas disruptivas que rompen paradigmas en medio de la oposición de especialistas que se aferran a las tradicionales y viejas formas aprendidas (Kuhn, 1971, p. 34).

En otras palabras, a partir de estos señalamientos, la ilustración científica debería no solo ser parte de publicaciones e investigaciones, además, parte de las metodologías de investigación para el caso de las ciencias y en el caso de las artes requerimos una revisión y modificación de metodologías que nos permitan aplicar los recursos visuales como parte de las mismas, comienza a hablarse ya no solo de un marco teórico sino visual, pero estos cambios seguramente se presentarán como revoluciones científicas y conceptuales, ante las necesidades actuales lo que implica oposición, pero una vez logrado el cambio los investigadores trabajarán en un mundo diferente, sin duda un largo camino por recorrer.

En efecto, estos cambios no se presentan aislados, es decir, son una estructura en la que el surgimiento de nuevas epistemologías de las disciplinas, vienen acompañadas de la ruptura de paradigmas y cambios en las metodologías, y de lo que parece un rumbo natural de evolución de pensamiento, que tal como presenta Najmanovich, históricamente hemos transitado de una cultura de pensamiento oral a lenguaje escrito y dirigiéndonos al lenguaje visual aunque para él ya desde el lenguaje escrito demanda atención visual, de donde destaca que las transiciones pasadas generaron escepticismo y molestia en aquellos que se habían encumbrado en determinada forma de transmitir y asimilar conocimiento (Najmanovich, 2008).

Las representaciones que se obtienen de la ilustración científica, no son un mero ornamento que acompaña o explica una investigación, la disciplina en sí misma es un sistema complejo desde un punto constitutivo, es decir, no es solo un dibujo, existen parámetros con los que debe de contar esta clase de ilustraciones, para ser consideradas como tales y que han ayudado a diferenciarla de otro tipo de representaciones como la naturalista.

En conclusión, la riqueza de la imagen ha traspasado lo decorativo y se ha colocado como parte clave dentro de la transmisión y asimilación de información, resultando en un elemento pregnante capaz de formar conocimientos por sí misma, ahora ya no solo se considera un auxiliar para los textos, sino que ha llegado tomar un papel principal, auxiliada por el texto en determinados casos, pero es una cuestión complementaria para ser óptima, en caso contrario cuando se presentan de manera individual texto o

imagen pueden dejar cabos sueltos o no alcanzar la plenitud en la transmisión de mensaje.

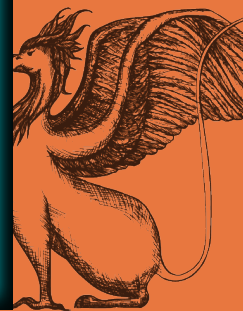
En lo que respecta a la imagen científica, sus alcances van más allá de describir el objeto de estudio gráficamente, implica una síntesis y transmisión del mensaje inequívoca en medida de lo posible, tomando en cuenta la intersubjetividad que se genera no solo en la creación de ésta, sino en el mismo proceso de transmisión de mensaje, por lo que su creación debe estar regulada bajo parámetros profesionales determinados, infravalorar la imagen científica en el campo de las ciencias no es el camino para proyectar los avances, que permitirán un progreso local, nacional o global.

CAPÍTULO 4

Propuesta de Estructura Interdisciplinaria apegada a las Necesidades Gráficas para la Especialidad de Ilustración y Comunicación Científica en la UNAM

Consideraciones pedagógicas y estructurales para la implementación de la especialidad desde la perspectiva y normativa de la institución.

A partir de las necesidades actuales en el rubro y los alcances de la disciplina en su contexto y proyección profesionalizante.



4.1 Análisis de necesidades

Partiendo de lo descrito y argumentado en los capítulos anteriores en esta investigación, así como de los lineamientos requeridos para elaborar un plan de estudios emitidos por y para la UNAM (Montiel et al., 2019) realizaré un análisis de condiciones y necesidades que motivan la implementación de una especialidad en Ilustración científica para la FAD.

Primero, me referiré a las condiciones sociales que se pretende cubrir a partir de este plan curricular de especialidad. Geográficamente y pese a que la propia Facultad de Artes y Diseño está descentralizada de Ciudad Universitaria y donde tres de los planteles pertenecientes a esta Facultad se encuentran en Ciudad de México, se debe tener en cuenta que esta entidad federativa alberga a un gran número de instituciones públicas o privadas con las que se puede buscar colaboración. Además, un gran número de recintos de investigación científica, académica y cultural de la UNAM o en su resguardo.

Así como los principales organismos gubernamentales referentes a investigación, preservación y administración de recursos naturales con los que se podría estrechar relaciones de mutuo beneficio, donde llevar a cabo prácticas o proyectos, considerando que la entidad receptora junto con el alumnado de la especialidad, trabajen en la creación de registros visuales para documentar, difundir, divulgar o educar mediante imágenes en diversos soportes a partir de los conocimientos obtenidos en la especialidad.

Hay que mencionar, que actualmente la manera en la que las maestrías existentes en España y el colectivo *Illustraciencia*, ejemplos relevantes en Iberoamérica, se han desempeñado encontrando beneficios para el alumnado y la disciplina. Por un lado, los estudiantes logran poner en práctica lo aprendido en proyectos reales, que no solo les permite dar a conocer su trabajo y obtener reconocimiento, por lo general les abre la puerta a nuevas oportunidades laborales.

Además, al darse a conocer los resultados de las colaboraciones en términos de comunicación científica, otras organizaciones, asociaciones, institutos o museos por nombrar algunos, se suman a la colaboración disciplinar, dando paso a nuevos e interesantes proyectos que pueden ir desde una imagen naturalista o científica para cartel científico, una infografía, galerías en redes sociales, un mural, un sitio interactivo, una animación para visualización de conceptos científicos o incluso se habla ya de realidad aumentada⁸ de rigor especialmente en el campo médico **Fig.74**.

⁸ Es un tipo de tecnología pensada no solo para ayudar a los médicos a tener una perspectiva más amplia para procedimientos según características particulares de los pacientes, además, para que los pacientes puedan entender los procedimientos a los que se someterán. Hay que mencionar que también se utiliza en la formación académica de personal médico.

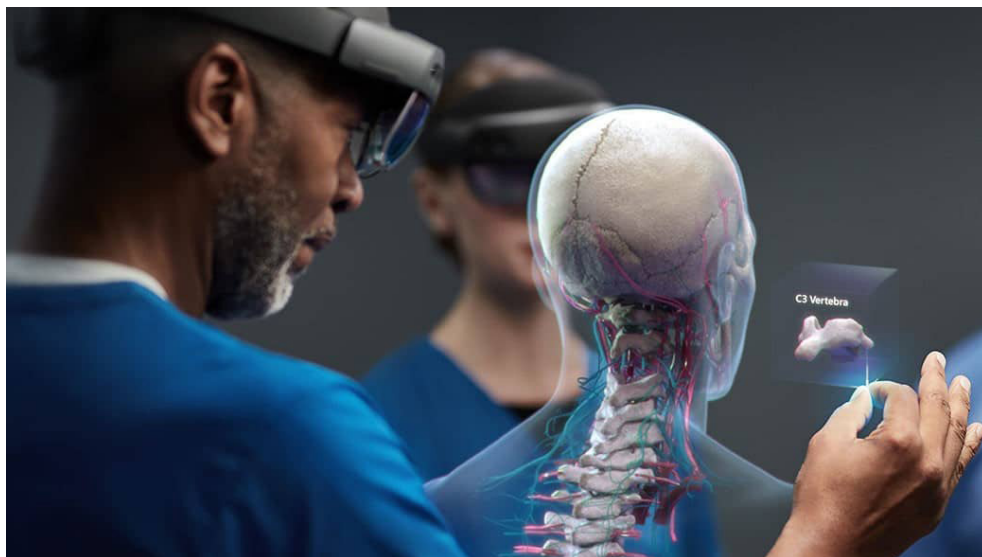


Fig.74

Realidad Aumentada Médica HoloLens 2 de Microsoft.

Nota. Adaptada de *IMPACTO TIC*.

[Fotografía]

<https://impactotic.co/la-realidad-aumentada-cambiara-el-futuro-de-la-medicina/>

En consecuencia, el dar a conocer su quehacer hará que se valore, lo que se traducirá en nuevas oportunidades laborales para los egresados y mayores opciones para los empleadores, con profesionales capacitados para enfrentar los desafíos de la Ilustración Científica. Cabe mencionar que hoy en día ya se han postulado vacantes de técnicos en ilustración científica, por ejemplo para el Instituto de Ecología⁹ y para CONABIO sin existir formación profesional que sustente la práctica.

Además, las necesidades sociales que cubre la disciplina en Ilustración científica, dónde el propósito primordial es comunicar, ya sea, a un sector específico de la población que puede estar determinado por diversos factores como, edad, género, nivel académico, socioeconómico, intereses, o temáticas específicas de la ciencia, que se quieran dar a conocer, como la preservación de especies, patrimonio cultural, cuidado ambiental, patologías, etc. Así como el lugar donde se transmitirá; museos, artículos académicos y/o científicos, cuentos, animaciones, entre otros.

⁹ Véase la página oficial del INECOL para consultar la convocatoria para ocupar puesto de Técnico Académico Ilustrador Científico publicada el 15/Abril/2021 <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/bolsa-de-trabajo/41-bolsa-de-trabajo/1348-convocatoria-para-ocupar-puesto-de-tecnico-academico-ilustracion-cientifica-con-especial-enfasis-en-plantas-vasculares-y-con-habilidades-en-el-uso-de-sistemas-informaticos-o-programas-para-la-ilustracion-cientifica?fbclid=IwAR1rbZjd6T2sr-C6sx46435I0rR71svka0zmOEnMOS8TU708pG1UaFpTt5g>

Actualmente, la disciplina se ha diversificado junto con la tecnología y se refleja en los proyectos y cómo se realizan, donde la tendencia digital marca nuevas formas dentro de la comunicación científica, lo que evidencia que esta es una disciplina “viva”, que se transforma y adapta a las necesidades comunicativas sin dejar de lado su esencia, es decir, esas características generales de las que se parte a la hora de hacer ilustración especializada y que ya he mencionado en capítulos previos¹⁰

Ahora, encontramos páginas interactivas con diseño e ilustraciones científicas que permiten conocer más sobre un tema determinado, también se ha hecho uso de la animación en cuestiones médicas ya sea para divulgar a la sociedad algún procedimiento o proceso orgánico, para educar a estudiantes de medicina por poner algún ejemplo. Así mismo, la paleontología y la antropología principalmente han ocupado modelados 3D en la reconstrucción de seres y entornos que ya no existen, para poder conocer, entender y divulgar esos estudios tan importantes de una vida pasada.

A su vez, en el ámbito analógico la utilización de modelados para museos que permite reproducciones de originales, como es el caso de los huesos de algún espécimen extinto o no, que ayuda a resguardar del desgaste los originales y poder exhibir copias fielmente creadas, es un trabajo realizado con frecuencia por artistas y que en el caso de la paleontología es parte de lo que constituye el paleoarte.

Algunos de los modelados analógicos tienen otro tipo de salida comunicativa, en reiteradas ocasiones se generan modelados de especímenes con la finalidad de poder hacer incidir luces o recrear volúmenes que ayuden en su representación tal y como se verían en su entorno y lugares naturales. En otros casos, el modelado se utiliza para clips *stop motion* que nos ayude a contar lo que deseamos comunicar en cuestiones divulgativas, dentro del ámbito de la ilustración científica, tal como Fernando Baptista, infografista de *National Geographic* lo ha hecho y como se puede observar en los siguientes ejemplos¹¹sobre la infografía de la construcción del templo de Gobekli **Fig.75,76.**

¹⁰ Véase el apartado 1.1.- Características de la ilustración científica y sus principales técnicas de dibujo.

¹¹ En este ejemplo Fernando Baptista comenta que primero llevó a cabo la documentación pertinente teniendo incluso que ir a Turquía con el especialista en arqueología y después realizar un modelo que le serviría para realizar la representación del templo y posteriormente realizar la infografía del templo de Gobekli para National Geographic. Véase la nota completa del proceso creativo en la página oficial de Ilustraciencia. <https://ilustraciencia.info/ilustracion-cientifica-e-infografia-fernando-g-baptista/>

Los ejemplos en los que los escenarios digitales y aquellos que estén capacitados en una especialidad en ilustración científica intervienen, son variados y el campo de acción extenso. Como se puede observar, la disciplina de ilustración científica integra y complementa técnicas análogas y digitales, lo que enriquece los resultados o productos obtenidos. Además, no se limita a una comunicación estrictamente especializada, pues con los debidos ajustes se logran interpretaciones visuales más sencillas pero científicamente correctas para su divulgación.

La divulgación científica genera un gran impacto y curiosidad por temas en los que no se es un especialista y en algunos casos motiva a los individuos, a buscar más información sobre temas de relevancia y en ocasiones la suficiente curiosidad para interesarse en formarse en un futuro en determinada área científica, lo que permite el desarrollo científico e intelectual de las naciones.

En uno de los apartados anteriores, se enfatizó en la diferencia entre ilustración científica y naturalista y la importancia de reconocerla, sin embargo, en lo que se refiere a la formación de un ilustrador científico no se podría dejar de lado el naturalismo, pues según sea el proyecto al que se enfrente, en algunos casos ocupará hacer ilustración naturalista, el no integrarla implicaría acotar demasiado la disciplina y formación recordando que el saber diferenciar el naturalismo de la ilustración científica, permite reconocer los límites y la aplicación de cada una.

Considerando que, en muchas ocasiones si una ilustración científica no va acompañada de un texto en particular, sino que quizás esté ambientando por ejemplo, una sala en el museo, el espectador no sabrá reconocer si es naturalista o científica, los únicos que realmente lo sabrán serán los autores (ilustrador/investigador) de la obra, a menos claro que sea evidente como en el caso de la ilustradora Lauren Marx (@laurenmarxart) que ilustra vida salvaje anatómicamente correcta, pero sus composiciones van acompañadas de simbolismos y detalles que no son propios de la realidad, en ese caso su ilustración estaría más dirigida hacia el naturalismo y



Fig.77
“Serpent of Missouri” Ilustración de @laurenmarxart.

Nota. Adaptado de Instagram: @laurenmarxart [Ilustración]
<https://www.instagram.com/p/CeOf8xUui1g/>

la fantasía **Fig.77**. Entonces la salida comunicativa es otra, pero su base sigue dentro de esta especialidad que se propone, pues oscila entre la ciencia, el arte y la ficción.

Por otro lado, esta propuesta de especialidad es interdisciplinaria, lo que supone dos escenarios factibles, en donde las clases referentes a ilustrar un determinado campo científico deben ser impartidas por un ilustrador con experiencia en esa área y un especialista en el tema, tal y como idealmente se trabajaría en proyectos reales, para que en la planeación docente sean ambos profesores los que realicen la síntesis integradora, de las cuestiones pertinentes que se traduzca en clases interdisciplinarias, teniendo cuidado de no ser solo dos especialistas dando una clase desde su trinchera de conocimiento. A su vez, dado que existen especialistas científicos que hoy en día se reconocen como ilustradores científicos, debido a su experiencia como el caso del biólogo Aldi de Oyarzabal este tipo de ilustradores son capaces de ofrecer una enseñanza interdisciplinaria.

De la misma forma, el caso de dos profesores por clase no es una situación ajena dentro de la UNAM, pues por poner un ejemplo en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, en la licenciatura de Biología, es frecuente ver a dos profesores frente al grupo con la misma autoridad y no a modo de profesor-ayudante. Por lo que no es algo descabellada la propuesta, especialmente ante un tema interdisciplinario que lo amerita, particularmente porque hay áreas que no han sido atendidas en el caso de los ilustradores científicos existentes en México, como el caso de la ilustración médica por poner un ejemplo.

En lo que respecta a la UNAM en el ya mencionado documento, Como elaborar el anteproyecto de un plan de estudios elaborado por la institución, señala, dentro de la pertinencia social dos indicadores que deben de tomarse en cuenta, por un lado, la *Ley Orgánica de la UNAM* constituida en 1945 en el Artículo 1º señala

[...] es una corporación pública... que tiene por fines impartir educación superior para formar profesionistas, investigadores, profesores universitarios y técnicos útiles a la sociedad; organizar y realizar investigaciones, principalmente acerca de las condiciones y problemas nacionales, y extender con la mayor amplitud posible los beneficios de la cultura (Montiel et al., 2019, p. 30)

Además, menciona *El Reglamento General para la Presentación, Aprobación, Evaluación y Modificación de Planes y Programas de Estudio* (RGPAEM-PE 2015) que indica en su Artículo 3º que la universidad forma:

...egresados de bachillerato, licenciatura y posgrado, así como técnicos especializados y profesionales cuyas actividades contribuyan al desarrollo del individuo, del país y a la solución de los retos globales.(Montiel et al., 2019, p. 30)

Esta propuesta de especialidad, cumple con esos requisitos, pues busca ser una respuesta y respaldo profesional a un deseo y necesidad creciente y colectiva en los círculos existentes en nuestro país, respecto a la disciplina, que echa en falta una formación integral y profesional. Para intervenir y colaborar en las investigaciones mediante generación de comunicación científica en cualquiera de los rubros y formatos antes mencionados. Ya sea con comunicación de rigor o divulgativa, que se encuentra en el otro extremo de lo que se puede generar para hacer llegar las investigaciones a la sociedad.

Cabe señalar que, esta especialidad busca la formación competitiva para que el especialista esté preparado para colaborar en las investigaciones o retos de comunicación científica nacionales, así en lugar de que las oportunidades laborales se fuguen en busca de ilustradores científicos de otras partes del mundo, los egresados puedan ocupar esas plazas, incluso colaborar competitivamente en proyectos internacionales.

Si a esto sumamos la filosofía institucional como de la entidad (FAD) que resaltan las metas y objetivos de su quehacer y responsabilidad social que son concordantes entre sí, podremos darnos cuenta de que la propuesta cubre y se sustenta bajo los mismos parámetros. En primer lugar, la UNAM muestra en su página oficial («UNAM, Misión, Visión.», s. f.) como misión y visión lo siguiente:

Misión

Impartir educación superior para formar profesionistas, investigadores, profesores universitarios y técnicos útiles a la sociedad; organizar y realizar investigaciones, principalmente acerca de las condiciones y problemas nacionales, y extender con la mayor amplitud posible los beneficios de la cultura.

Visión

Mantener el liderazgo, la autonomía, el rigor académico, el carácter laico y la pluralidad, como la institución científica y cultural más importante del país. Reconocida en el mundo como una Universidad Nacional de excelencia que honra su pasado, responde al presente y mira el futuro como el proyecto cultural de mayor relevancia en México.

En segundo lugar, y no menos importante la filosofía de la FAD, la entidad académica en la que se propone esta especialidad, en su página oficial («Misión, Visión», s. f.) tiene como misión y visión:

Misión

La Facultad de Artes y Diseño tiene como razón de ser la formación integral de profesionales para licenciatura y posgrado en las disciplinas de las artes visuales, el diseño y la comunicación visual, con plena capacidad para su integración en el campo profesional y cultural de nuestra nación, así como el desarrollo de competencias dentro de los estándares internacionales que permitan un ejercicio de alto nivel en el extranjero.

Además, tiene el propósito de generar conocimientos, por medio de su centro de investigación (a cargo de su cuerpo académico de carrera), así como el desarrollo de proyectos de extensión cultural, como el Taller Infantil de Artes Plásticas, y el Programa de Educación Continua, que fortalecen su identidad y la hacen extensiva a todas las capas sociales.

Por último, pretende promover la creación y producción artística y cultural como objeto sustantivo, además de custodiar, enriquecer y difundir el acervo artístico de más de 65,000 bienes históricos, entre los que se encuentran colecciones de escultura, pintura, estampa, dibujo, fotografía, numismática y libros antiguos, de las cuales la Facultad de Artes y Diseño es depositaria.

Visión

De manera prospectiva se quiere dar continuidad a la formación integral de artistas y diseñadores en el marco de los tres ejes fundamentales de la universidad: la docencia, la investigación y la difusión de la cultura, mediante el fortalecimiento del conocimiento y la actividad profesional de nuestra comunidad académica, orientándola a la constante transformación de los sectores sociales en los que impacta el quehacer profesional, que es protagónico en nuestra sociedad del conocimiento.

En definitiva la propuesta que se presenta está encaminada a la formación profesional en la institución científica y cultural más importante del país la UNAM, desde la FAD, para orientar a profesionistas de esta facultad en la disciplina de Ilustración y comunicación científica. El objetivo es formar especialistas capaces de involucrarse en diferentes áreas científicas y sociales a partir de una visión interdisciplinaria que fomente el trabajo colaborativo, desde donde poder atender las necesidades y problemáticas nacionales que se investigan y hacerlas llegar a la sociedad mediante difusión y/o divulgación visual. Además, una formación que permita desarrollar las competencias requeridas en escenarios internacionales. Una propuesta que busca hacer partícipes a los profesionistas involucrados en investigaciones que impacten los diversos sectores científicos y sociales, a través de la comunicación visual.

4.2 Sesgo educativo, una oportunidad institucional

Teniendo en cuenta que esta especialidad está pensada para ponerse en marcha en la Facultad de Artes y Diseño de la UNAM, es necesario un análisis de su factibilidad para corroborar que es viable. Para llevarse a cabo el manual *Cómo elaborar el anteproyecto de un plan de estudios* (Montiel et al., 2019, p. 32) describe las consideraciones que se busca estén integradas en una propuesta de este tipo.

Referente a los puntos que toca el documento anteriormente mencionado dice:

[...] este estudio abarca la exposición de las condiciones institucionales con las que se cuenta y las que se necesitarán para poner en marcha y alcanzar las metas proyectadas en la propuesta curricular. Entre estos aspectos se incluyen los recursos humanos, administrativos, tecnológicos, financieros, organizacionales e infraestructurales. (Montiel et al., 2019, p. 32)

En lo que respecta a esta investigación sólo abordaré tres de estos aspectos. Por un lado, la relación del plan de desarrollo institucional de la entidad con esta propuesta de especialidad, así como la relación de la infraestructura física (aulas, laboratorios, salas de seminarios, auditorios, biblioteca, espacios de actividades culturales), además de la relación de la infraestructura tecnológica (conectividad, hardware y software con los que se cuenta actualmente y los que serán necesarios). Estos puntos a tratar se describen como requisitos de la factibilidad de los proyectos que considera la institución.

No me referiré a los otros aspectos porque son temas que se deciden dentro de los cuerpos colegiados de la entidad y en los que se toman en cuenta información tal como presupuesto, profesorado y cuestiones administrativas, que dependen más de organización interna, que de consideraciones que competen directamente con la práctica de la disciplina. Así mismo, hacia el final de este apartado trataré un par de consideraciones respecto al profesorado que eran visibles en el análisis de los programas existentes en Iberoamérica que realicé.

Con respecto a la relación que guarda el plan de desarrollo de la FAD con esta propuesta de especialidad, hay varios puntos a tratar de manera general. Por un lado, el plan sostiene que actualmente incorpora proyectos interdisciplinarios, lo que sustenta la práctica de esta propuesta debido a su naturaleza epistémica que la conforma, además afirma que la presencia del posgrado en Artes y Diseño permite una interacción directa entre la facultad con toda la universidad, teniendo la oportunidad de buscar diversas vinculaciones, colaboraciones e investigaciones interdisciplinarias con institutos y facultades de la UNAM.

Sobre la investigación, busca una vinculación de los procesos creativos y estudios de la imagen con las diversas posibilidades, para el desarrollo de aplicaciones innovadoras y competitivas en un marco interdisciplinario. Uno de los puntos medulares en cuanto a aportaciones de esta propuesta, que implica el manejo intencional de principios sobre teoría de la imagen en la creación de ilustración y comunicación científica. Junto con ello propone solicitar a los colegios académicos recomendar las condiciones que se requieren en aulas, talleres y laboratorios para la interacción directa o indirecta con otras áreas del conocimiento, este es también uno de los puntos requeridos para la propuesta de esta especialidad, que integra las necesidades de infraestructura para poder llevarse a cabo, puntualizando el laboratorio que se requiere en el aprendizaje de esta disciplina.

En lo que toca a la infraestructura referiré los recursos primeramente de la institución que permiten proyectar una extensa colaboración y vinculación entre la disciplina propuesta y las ciencias. Después de todo, el trabajo relacionado con la investigación es uno de los principales temas laborales para la disciplina y una de las actividades primordiales de la UNAM. En cuanto a ello, la universidad cuenta con una coordinación encargada de sus centros e institutos de investigación y todo lo relacionado con ellos, rigiendo sus políticas y ejecutando las decisiones del consejo técnico que lo integra. A la vez, esta coordinación agrupa dos grandes subsistemas: Investigación en Humanidades (SIH) y el de la Investigación Científica (SIC).

Actualmente, el Subsistema de la Investigación Científica se compone de 24 institutos y 6 centros, agrupados en tres grandes áreas del conocimiento: Ciencias Químico-Biológicas y de la Salud, Ciencias Físico-Matemáticas y Ciencias de la Tierra e Ingenierías. Forma parte del SIC, también, la Coordinación de la Investigación Científica, con la administración de cinco proyectos del Programa de Investigación Multidisciplinaria de Proyectos Universitarios de Liderazgo Académico (IMPULSA), cinco Programas Universitarios de Ciencia, la Dirección General de Divulgación de la Ciencia, la Coordinación de Plataformas Oceanográficas (los Buques Oceanográficos) y la Secretaría Ejecutiva de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel («Acerca de la Coordinación.»), s. f.)¹².

En tal sentido, el consejo técnico de esta coordinación tiene entre sus objetivos, estimular las relaciones académicas del SIC con escuelas y facultades de la Universidad y con otras instituciones de investigación y docencia, por lo se puede asegurar que no solo existen una gran cantidad de institutos, centros y programas de investigación científica, con los cuáles buscar

¹² Para mayor información de los institutos y programas que integran este subsistema, revisar la página oficial de la UNAM en su apartado “Institutos, Centros y Programas” en: <https://www.unam.mx/investigacion/institutos-centros-y-programas>

colaboración, sino, que además existen las condiciones organizacionales, administrativas, políticas y lineamientos que estimulan tales colaboraciones, según los objetivos planteados por estas entidades.

Así mismo, la universidad cuenta con numerosas y valiosas colecciones, para tal caso las colecciones que favorecen la práctica de la Ilustración científica, son particularmente las Colecciones Biológicas del Instituto de Biología, integradas por conjuntos de ejemplares de animales, hongos o plantas (preservados o vivos) u objetos elaborados a partir de este tipo de ejemplares y que están depositados en los diferentes acervos para su investigación, tales como, el Departamento de Botánica, Departamento de Zoología, Jardín Botánico, Estación Chamela y Estación Los Tuxtlas **Fig.78,79**.

Cabe destacar, que las colecciones de este instituto son extensas y se constituyen por ejemplares de algas, briofitas, hongos, líquenes, plantas vasculares, frutos y semillas, ácaros, anfibios y reptiles, arácnidos, aves, crustáceos, helmintos, insectos, mamíferos, moluscos, peces, cactáceas, crasuláceas, dalias silvestres, orquídeas, plantas acuáticas, agaváceas, nolináceas y plantas tropicales por nombrar algunas («Colecciones Biológicas», s. f.).

Si bien estas son las principales colecciones a las que se puede recurrir y se ha recurrido, en el caso de algunas de las ofertas de formación existentes en estos temas, cada uno de los institutos científicos cuenta con sus respectivos acervos de información y colecciones de los



Fig.78

Jardín Botánico UNAM

Nota. Adaptada de *MXCITY GUÍA INSIDER*

[Fotografía]

<https://mxcity.mx/2019/12/el-jardin-botan-code-la-unam-un-conservatorio-de-la-historia-herbaria-de-mexico/>



Fig.79

Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas

Nota. Adaptada de *TwoPos*

[Fotografía]

<https://twoPos.mx/5088/822>

objetos de estudio a los que responde y que permitirían una formación especializada en la creación de imágenes para la comunicación científica.

En lo que toca la Facultad de Artes y Diseño, donde se propone la implementación de esta especialidad, cuenta con cuatro planteles académicos, Xochimilco y Taxco, planteles donde se ofertan licenciaturas relacionadas con el arte y el diseño, además de talleres y diplomados. Más aún, otros dos planteles con oferta de posgrado en maestrías y doctorado, uno en la Unidad de Posgrado de Ciudad Universitaria y el segundo en la Antigua Academia de San Carlos, en el Centro Histórico de la Ciudad de México. Estos dos últimos planteles son propicios para la implementación de la especialidad con aulas, bibliotecas, auditorios y lo necesario en cuanto a espacios para realizar las actividades de formación respecto a esta propuesta.

Lo que hace falta es el acondicionamiento de espacios tecnológicos y de laboratorio apegados a las necesidades de la disciplina y que ya se han expresado en otros apartados de esta investigación, donde se habló del requerimiento de espacios con equipo de cómputo, tabletas digitalizadoras, mesas de luz, escáners, microscopios, lentes de aumento, entre otros. También, la parte tecnológica de conectividad y software está resuelta, pues en la FAD, así como, en otros espacios de la UNAM se cuenta con conectividad a internet, no solo para las instalaciones, sino para los alumnos y el software de licencia para la enseñanza de dibujo y diseño en sus diferentes orientaciones, y en cuanto al software libre se encuentra disponible para descarga gratuita.

Finalmente, mediante el análisis de la oferta educativa en Iberoamérica pude constatar que en los programas activos en por lo menos los seis países en los que centre el estudio, existe una constante de incluir como docentes a personalidades del medio, no solo por su experiencia en el gremio y talento en la aplicación de sus habilidades, sino porque resulta atractivo darlos a conocer como parte de planilla de profesorado.

Como muestra, *Fernando Baptista*, un famoso infografista de *National Geographic* docente en el Máster de la *Universidad del País Vasco*; *Carles Puche* docente en el Máster de la *Universidad del País Vasco* y el de la *Universidad de Girona*; *Julia Rouaux* reconocida entomóloga argentina que ha participado en la formación ofertada en su país y como profesora invitada en el colectivo español de *Ilustraciencia* y el caso de *Fernando Correia* referente a la oferta de la *Universidad de Aveiro* en Portugal por nombrar a algunos.

Como se ha dicho, el punto sobre el profesorado es un tema que compete a la entidad académica en cuanto a organización interna y disposición de recursos, avalado por el cuerpo colegiado y comité académico, pero convie-

ne resaltar la importancia de considerar la participación docente de ilustradores científicos con experiencia, que doten a la propuesta no solo de las aportaciones que puedan realizar desde su visión y praxis, sino de ese valor agregado que tiene el trabajar y aprender con quien ha sabido posicionarse en el medio y que resulta tan satisfactorio y atractivo no solo para la formación en sí y el alumnado, también para la institución y que en algunos de los casos esos ilustradores a los que me refiero ya colaboran dentro de la UNAM.

En conclusión, estos son a grandes rasgos los recursos y necesidades que inciden en la propuesta de Ilustración Científica para la FAD y que se encuentran disponibles en la universidad. Sin embargo, en pro de su implementación, se requiere generar las colaboraciones o vinculaciones para el caso del trabajo interdisciplinario, entre la entidad y los institutos de investigación, así como el habilitar los espacios requeridos según las necesidades de equipamiento y mobiliario para la disciplina.

4.3 Propuesta curricular de contenidos

La propuesta presenta el supuesto curricular de contenidos temáticos que, como profesionistas en arte y diseño que buscan especializarse en ilustración y comunicación científica, se requieren dentro del marco de una formación integral, que considere el amplio panorama de la disciplina. A su vez, la propuesta parte de un comparativo entre la oferta educativa más relevante, que desde mi investigación encontré en Iberoamérica, hasta el momento, contemplando que seguro hay más y que cada país de este concepto geopolítico en mayor o menor medida realiza esfuerzos en la disciplina.

En lo que respecta a la oferta fuera de **México**, son seis los países que presentaron relevancia en mi investigación, **Chile, Argentina, Colombia, Brasil, Portugal y España**. Por un lado, la *Pontificia Universidad Católica de Chile* en su página oficial oferta un diplomado en *Ilustración Naturalista: Técnicas y herramientas para proyectos de divulgación científica* en línea, con una duración de 123 horas distribuidas en cuatro cursos. Esta formación se imparte en la escuela de diseño de dicha institución.

Es importante saber dónde se imparte para entender el enfoque que tiene y el porqué de su estructura con respecto al contenido. En este caso se especifica que se trata de ilustración naturalista, pero en el desglose de contenidos, refiere un curso sobre biodiversidad, específicamente grupos de flora y fauna de Chile y taxonomía, lo que no queda claro es, si se integrará el rigor o se abordará de manera superficial a modo de dar una idea, para realizar representaciones anatómicamente correctas. De ser lo primero, implicaría ilustración científica y no naturalista. Luego, en el contenido restante, los temas se centran en diseño, tales como técnicas, soportes, formatos, y productos en los que se puede aplicar, así como, desarrollo de proyectos mediante la metodología de *Design Thinking* («Educación Continua», s. f.)**Fig.80.**



Fig.80

Cartel del Diplomado en Ilustración Naturalista.

Nota. Adaptada de *Pontificia Universidad Católica de Chile* [Fotografía]

<https://diseno.uc.cl/educacion-continua/diplomados/diplomado-en-ilustracion-naturalista/>

Debido a que, esta formación procede de una escuela de diseño, se le da mayor peso a las aplicaciones de la imagen naturalista en proyectos, mediante comunicación científica, más que a la creación de la imagen especializada *in situ*, con ello no busco demeritar la formación ofertada, sino identificar el objetivo o dirección de este diplomado. Algunos detalles que es necesario puntualizar, son la solicitud de prerequisites, el máximo de matrícula ofertada y los costos, esto con la finalidad de realizar una comparativa entre este y los otros programas educativos a analizar.

Así pues, los prerequisites más relevantes señalan, contar con un portafolio de ilustración referentes al tema de ilustración y/o divulgación científica, tener acceso a programas de diseño y contar con un título como profesional o técnico, lo que implica que los alumnos de este diplomado tienen experiencia previa en el dibujo y en cuanto a manejo de programas lo básico para creación y edición de imagen, es decir, aunque quizás pueda haber alguna excepción no se considera formar desde cero a los participantes. Además, el número de plazas ofertado es de un máximo de 20 personas y el tiempo estimado de formación, es de alrededor de seis meses con un costo aproximado de \$32,700.00 pesos mexicanos.

En lo que respecta a **Argentina**, en la web solo aparecen algunos cursos o talleres centrados especialmente en botánica y entomología, para alumnos de grado y posgrado que incluyen sedes como la *Universidad Nacional de San Juan*, *el Museo de la Plata*, *la Universidad Nacional de la Plata en la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales* y *la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco* y en algunos casos con la intervención de Julia Rouaux **Fig.81**, una reconocida ilustradora científica, que entre otras cosas se ha formado

en la Universidad de Aveiro en ilustración científica en Portugal y hoy en día colabora con el colectivo *Ilustraciencia* en España, lugares de formación que se abordarán más adelante.

CURSO DE POSGRADO
Introducción a la Ilustración Científica
11 al 22 de marzo de 2019

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco,
Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud,
Sede Puerto Madryn (Chubut, Argentina)

Docentes responsables:
Dra. Julia Rouaux (Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP)
Prof. Anahí Tiscornia (Facultad de Bellas Artes, UNLP)

Carga horaria:
60 hs presenciales. Con evaluación final

Cupos limitados (máximo 12 alumnos)

Consultas e inscripciones:
e-mail: cursodelustracion@gmail.com

Inscripciones hasta el viernes 15 de febrero

*Todas las imágenes pertenecen a trabajos realizados por alumnos en ediciones anteriores del curso (2016-2018)

Fig.81
Cartel del curso Introducción a la Ilustración Científica.
Nota. Adaptada de Facebook: [@JuliaRouaux.arteyciencia](https://www.facebook.com/JuliaRouaux.arteyciencia) [Fotografía]
<https://www.facebook.com/JuliaRouaux.arteyciencia>

La *Universidad de Buenos Aires* también ha ofertado un curso de ilustración botánica con duración de un mes en su *Facultad de Agronomía* («Ilustración Botánica», s. f.). La razón de incluir a Argentina como referente, es porque es uno de los países que está bien posicionado en cuanto a formación y aplicación en diseño y a pesar de realizar esfuerzos en cuanto a Ilustración Científica, aún no tienen una oferta más contundente y formal como una especialidad, licenciatura o máster al respecto o por lo menos, no aparece en la búsqueda general en la web.

Por otro lado, en **Colombia** los registros que encontré más recientes, refieren a un *Primer Encuentro Colombiano de Ilustración Científica. El arte de ilustrar la ciencia.*, durante el 2018 en las instalaciones de la *Pontificia Universidad Javeriana* en Bogotá **Fig.82**, donde además de llevarse a cabo, conferencias sobre el tema con especialistas de Colombia, Ecuador, Perú y Brasil, se realizaron talleres de técnicas artísticas como acuarelas, tinta, grafito y digital, dónde el cupo máximo de participantes se fijó en 15 por taller. También, hallé un diplomado vigente ofertado por la *Facultad de Artes de la Universidad Nacional de Colombia*, modalidad en línea («Curso- Diplomado en Ilustración Científica- versión IV», s. f.), con una duración alrededor de tres meses y un costo aproximado de \$12,223.00 pesos mexicanos, en este caso no se especifica el cupo máximo de participantes, pero si mencionan que hay una fecha de pago sujeta a disponibilidad de cupo. Es importante mencionar que ésta parece ser su cuarta edición.

En lo que respecta a su contenido se divide en cuatro módulos que son: ilustración botánica, ilustración zoológica, ilustración arqueológica e ilus-



Fig.82
Cartel del 1er Encuentro de Ilustración Científica en Colombia.

Nota. Adaptada de *Universidad de los Andes Colombia*
[Fotografía]
<https://facartes.uniandes.edu.co/es/externos/primer-encuentro-colombiano-de-ilustracion-cientifica-el-arte-de-ilustrar-la-ciencia/>

tración anatómica. En cada uno de ellos se trabaja con diferentes técnicas de representación tales como acuarela, tinta, grafito, lápices de colores, bolígrafos de colores y digital. Como principales objetivos considera tres, según los describe en el programa del diplomado:

- *Comprender la relevancia, alcances y parámetros de la ilustración científica*
- *Desarrollar habilidades plásticas y digitales para la ilustración de plantas, animales, objetos y secciones anatómicas.*
- *Diseñar láminas de tipo científico.*

Las consideraciones de este diplomado, no están completamente centradas en botánica y zoología, como podemos observar, lo que para mí es reflejo de su temporalidad, con ello me refiero a que entre más actuales las ofertas formativas respecto a la disciplina, van integrando otros saberes del amplio espectro de la ilustración científica.

Acerca de la formación en **Brasil**, hay escasa información en la red, a pesar de que entre el gremio en México, se conoce que es otro de los países con esfuerzos importantes al respecto y que debido a su idioma frecuentemente viajan a Portugal a formarse, pues ahí pueden encontrar cursos más especializados sobre el tema, pero en la web había solo referencias de ilustradores que ganaron algún premio y que su país de procedencia es Brasil.

Sin embargo, hallé un artículo de una revista electrónica llamada *Pesquisa FAPESP* del 2016 (de Oliveira, 2016) que da cuenta de la situación de los ilustradores científicos formándose por su cuenta o en cursos informales, también, menciona que en cuanto a cursos se pueden encontrar en todo Brasil, como los ofertados por el *Núcleo de Ilustración Científica de la Universidad de Brasilia (UnB)*, el *Centro de Ilustración Botánica de Paraná (CIBP)* **Fig.83**, y la *Escuela Nacional de Botánica Tropical del Jardín Botánico de Río de Janeiro*.

Mini curso presencial – nível iniciante

Ilustração Botânica em lápis de cor

Dos primeiros passos à finalização
com Cássia Dias S

11, 12 e 13 de setembro 2022

Local: Jardim Botânico de Curitiba – sala CIBP

Horários
Dias 11 e 12 de setembro (domingo e segunda-feira)
manhã e tarde das 9h às 12h e 13h20 às 16h20

Dia 13 de setembro (terça-feira)
manhã das 9h às 12h

Valor
450,00 (poucas vagas)

Lista de material fornecida após a inscrição.

Informações e matrícula: (41) 99604-1321 (WhatsApp) ou cassies@hotmail.com
Local CIBP - Rua Engenheiro Ostoja Roguski - Jardim Botânico - Curitiba-PR, 80210-390



Fig.83
Cartel de mini curso presencial del Centro de Ilustración Botánica de Paraná.
Nota. Adaptada de Facebook: @cibp2000
[Fotografía]
<https://www.facebook.com/cibp2000>

Lo que podemos deducir con ello, es que al ser cursos, son de corta duración y en por lo menos dos de los tres ejemplos antes mencionados, las temáticas se centran en botánica y aunque son ofertados por universidades o instituciones, es una formación general y no tan especializada o de carácter más profesional.

Entre tanto, en **Portugal** la *Universidad de Aveiro* desde su Departamento de Biología, oferta la formación más importante en ilustración científica del país y según palabras encontradas en su página oficial («Ilustración Científica», s. f.)

Actualmente es la única universidad portuguesa capaz de ofrecer uno de los mejores y más completos cursos en Comunicación Científica, en el campo de la Ilustración Científica (especialidad en Ilustración Biológica), totalmente integrada en un centro de investigación científica de renombre internacional.

Esta oferta se presenta como un curso de formación en IC, curso de especialización en IC, prácticas en IC y Plan de Doctorado en Biología: Comunicación, Divulgación e Ilustración Biológica. En el caso del curso de formación en Ilustración Científica, el alumnado matriculado puede optar por tomar el curso completo de 10 unidades, con una duración de un año aproximadamente de formación o realizarlo de manera individual por unidad.

El curso no otorga un título académico, pero sí un certificado de aprovechamiento para aquellos que desean ser evaluados. Este curso es apoyado por el Departamento de Biología y el de Comunicación y Artes, con ello se busca cubrir necesidades en dichas áreas de manera interdisciplinaria. Además, de asumirse como uno de los cursos especializados, basados en uno de los mejores centros de investigación del país y de Europa, con equivalencia en el sistema europeo de créditos, este último importante porque significa que su certificación tiene validez europea. Hay que mencionar que, aunque su tronco común se centra en ilustración biológica, aporta conocimientos en otras especialidades como ilustración arqueológica y paleontológica, algunas complementarias como fotografía científica y naturaleza, anatomía de vertebrados externa e interna con disección, micología y observación o dibujo de campo.

En cuanto a su estructura curricular esta oferta de la Universidad de Aveiro sostiene que dado que de todas las ciencias la Biología es la que más utiliza la Ilustración Científica, sin olvidar las que representan la vida y el tiempo pasado, es por ello que sus cursos presentan ese enfoque y dirección. La parte de la ilustración como medio de comunicación que se enseña en primer semestre está encaminada a las implicaciones teóricas de la comuni-

cación científica, algunas de ellas como las que menciono en el apartado 1.2 de esta investigación. En cuanto al profesorado, su currículum tiene un alto nivel y preparación profesional.

La oferta de prácticas en IC son adaptadas a las necesidades de los becarios, contando con un supervisor de Ilustración Científica y la oportunidad de solicitar previo a la práctica, la colaboración de un codirector científico del departamento de Biología. Personalizando así su aprendizaje y currículum profesional. Estas prácticas se realizan a través del laboratorio de Ilustración Científica, dentro del departamento de biología de la universidad, “equipado con una amplia mesa de trabajo, un microscopio fotónico estereoscópico (lupa) equipado con una cámara lucida (o lucida), una mesa de luz y un potente estudio de computación (computadora, escáner A3, impresora láser, cama plana digital Wacom”, etc.) («Ilustración Científica», s. f.).



Fig.84
Artículo sobre Fernando Correia reconocido especialista y Director del laboratorio de Ilustración Científica de la Universidad de Aveiro.
 Nota. Adaptado de *Ilustración científica. Portal para o mundo da Ciência*(p.58), por J.Pereira, Parques e Vida Selvagem

Es conveniente reconocer la importancia del laboratorio de Ilustración Científica para la formación **Fig.84**, que en este caso está determinado por las necesidades curriculares del curso, pero que sin duda en una formación interdisciplinaria como esta y la que se pretende proponer, se requieren instrumentos y herramientas propias de áreas de la ciencia y de comunicación, para poder brindar la capacitación requerida para abordar los temas y formatos de comunicación actuales.

Finalmente, lo que compete al *Plan de Doctorado en Biología: Comunicación, Divulgación e Ilustración Biológica* que oferta la Universidad de Aveiro, destaca por ser el único plan doctoral sobre el tema en toda Iberoamérica. Hasta el momento, ninguna otra universidad se ha pronunciado con una oferta semejante y tan particular, de hecho en el

sitio oficial se afirma que es el único en el país de su tipo y en toda Europa. Las postulaciones para este doctorado con una duración estándar a cualquier otro de cuatro años, se encuentran abiertas durante todo el año.

Por todo lo anterior, esta oferta es una de las más completas y competitivas que existen en Iberoamérica y que lleva varios años ofertándose desde el 2011, en los que de seguro se ha ido mejorando. No solo tiene una certificación y validación dentro del país como en algunos otros casos, sino que da cuenta de su validez en el sistema europeo de créditos y pone un especial énfasis en ofertar el único doctorado de su tipo en lo que se refiere a Iberoamérica, además de Europa, esto lo hace algo especial frente a los años de oferta académica brindados al respecto de Ilustración Científica por países europeos como Reino Unido y Países Bajos, por poner un ejemplo.

El último país que busqué analizar en cuanto a estudios relevantes en la formación de Ilustración Científica es **España**. Si bien no es uno de los países que se reconozca por tradición en la disciplina y sus esfuerzos son relativamente nuevos, hay algo interesante al respecto de ellos. Y es que su oferta descentraliza su enseñanza de la biología para retomar otras áreas que solo se estudian, particularmente en países angloparlantes y de manera especializada e individual, como el caso de la ilustración sobre microscopía, molecular o médica.

En España, ubiqué tres ofertas importantes, para empezar, el *Colectivo de Ilustraciencia* **Fig.85**. Este proyecto se inició en 2009, coordinado por Miquel Baidal Crespo, entre lo que destaca el certamen internacional anual de Ilustración Científica y Naturalista, que rescata las mejores 40 obras recibidas, seleccionadas por especialistas en el tema y colaboradores del colectivo, con un premio económico para el primer lugar y visibilidad de las ilustraciones mediante una exposición itinerante y un catálogo de acceso libre, que permite su divulgación. Asimismo, ofertan talleres, charlas y cursos especializados en diferentes ramas de la ilustración científica y hasta un podcast de reciente creación.

En lo que se refiere a cursos en línea, estos se han popularizado y difundido en Iberoamérica, es un referente obligado hoy en día y mediante cada emisión de estos, se puede corroborar tal afirmación, pues los participantes son personas de diferentes países con diversa experiencia



Fig.85

Logotipo de *Ilustraciencia*

Nota. Adaptado de *Ilustraciencia*

[Fotografía]

<https://ilustraciencia.info/logo>



Fig.86
Colaboración divulgativa
sobre el Maleo para WAWA.
 Autor: Paola Fernández
 [Ilustración]

específicas como el caso del congreso internacional de Ilustración Científica de Ilustraciencia del 2022, donde las charlas y los talleres se centraron en un proyecto de especies amenazadas del mediterráneo, en conjunto con el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid. También se encuentra el caso de la primera edición de su curso *Ilustra Infantil* del mismo año, dónde se realizó una colaboración con *Weird And Wonderful Animal (WAWA)*, una organización benéfica sin fines de lucro de Reino Unido, que busca financiamiento para la conservación de especies en peligro de extinción menos conocidas en todo el mundo **Fig.86**.

Además, cuenta con la colaboración constante de diferentes recintos e instituciones que respaldan el proyecto como: *Museo Nacional Ciencias Naturales (MNCN-CSIC)*, *Associació Catalana de Comunicació Científica (ACCC)*, *Fundación Española para la Ciencia y Tecnología (FECYT)*, *Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades*, *Fundación «La Caixa*, *Confederación de Sociedades Científicas de España (COSCE)* y algunas otras sedes y medios de comunicación.

Por otro lado, el máster a título propio en *Ilustración Científica de la Universidad del País Vasco*, ofertado desde el 2017 **Fig.87**, ha sido el primero de su clase en España y desde entonces, ha abierto matrícula anualmente,

en la disciplina, desde principiantes hasta avanzados que desean seguir adentrándose al medio, especialmente de habla hispana e incluso se puede ver ya la participación de angloparlantes. Lo anterior es importante, pues incluso con algunos de los participantes se han creado nuevas colaboraciones, que han permitido ampliar la oferta de formación del colectivo y profesorado.

Los cursos tienen una flexibilidad de aprendizaje y de aplicación, según las necesidades particulares de los participantes, lo que ha enriquecido los resultados obtenidos. Se debe agregar que, en ocasiones se buscan colaboraciones

la duración de este máster es de un año y medio y este año va por su 6ta edición, con un cupo limitado de 16 plazas y un costo aproximado de \$78,364.94 pesos mexicanos.

Bajo la coordinación de Vega Asensio, doctora en Biología e ilustradora científica profesional, quién creó e impulsó esta formación. En un seminario online de ilustración científica realizado el 21 de junio del 2022 Fig.88, le pregunté a Asensio, como se realizó la integración de la currícula y qué tan difícil fue conjuntar la diversidad de temas en el máster, a lo que contestó: --Cuando hice la propuesta para título de especialista, porque nos aconsejaron que



Fig.87
Cartel de oferta de Master en Ilustración Científica en la universidad del País Vasco.

Nota. Adaptada de Instagram:
@ehu_ilustracioncientifica [Fotografía]
<https://www.instagram.com/ehu>



Fig.88
Invitación al Seminario Web
Ilustración Científica: retos y futuro.

Nota. Adaptada de Instagram:
@ehu_ilustracioncientifica [Fotografía]
https://www.instagram.com/ehu_ilustracioncientifica/

comenzáramos por un título de especialista universitario, no sé si eran 40 créditos o algo así, y no por el máster, entonces yo dije... Bueno, yo ya llevaba unos años trabajando en Ilustración Científica, y dije ¿Qué es lo que yo necesitaría en base a la experiencia, en base a lo que me ha tocado vivir con mis clientes y con mis clientas? ¿No? ¿Qué es, lo que me hubiera hecho más fácil la vida?. Entonces, simplemente le pedí la carta a los reyes, como dice Carles Puche y empecé a poner lo que a mí me interesaba.[...] Yo desde el minuto cero tenía clarísimo que Ilustración Científica no es flora y fauna, no es ilustración naturalista. La Ilustración Científica es muchísimo más. [...] Entonces lo que hicimos fue elegir lo que nos



Fig.89
Dra. Vega Asensio Herrera. Doctora en Biología y Coordinadora del primer postgrado en Ilustración Científica en la Universidad del País Vasco.

Nota. Adaptada de *BILBO ZIENTZIA PLAZA* [Fotografía]
<http://bzp.eus/speakers/vega-asensio/>

pareció más oportuno. Entonces en ese sentido no tuvimos ningún problema porque además la Facultad, es la Facultad de Ciencia y Tecnología, nos interesaba abarcar mucho -- **Fig.89**.

Este máster trata temas de metodología, ilustración y comunicación científica, conceptos básicos de diseño gráfico y de ciencia para la Ilustración Científica, para áreas como Astronomía, Botánica, Geología, Geociencias, Tecnología, representación gráfica de datos, y visualización de moléculas. Así como, dibujo tradicional con diferentes técnicas, dibujo digital, matricial y vectorial, dibujo 3D, animación, ilustración en Arqueología, ilustración en Paleontología, ilustración Médica e Histológica, Infografía y profesionalización («Máster en Ilustración Científica», s. f.)

Así que, pese a no ser un país con larga tradición en la disciplina, resulta de gran valor el esfuerzo realizado en la oferta académica, sin embargo, está la situación de ser un máster a título propio de la universidad y no un máster oficial, que si bien permite algunos beneficios, como ser más flexible e incluso económico –no tiene una validez que permita continuar con un doctorado fuera de la universidad donde se realiza o del país. Cuando le cuestione a Vega si estaba previsto convertirlo a máster oficial la respuesta fue que no lo sabía, pero que por lo pronto no se había planteado, por qué es una cuestión que depende más de la universidad, pero sí que sería un proceso más complicado y que de solicitarlo la entidad académica desde luego se haría.

Finalmente, respecto a esta oferta cabe destacar que actualmente han ganado certámenes y reconocimientos internacionales, con algunos proyectos llevados a cabo por sus alumnos. También, es cierto que los alumnos del máster efectúan proyectos finales reales colaborando con algún instituto, museo o empresa de entre los que participan con el posgrado.

Concluyendo con la oferta académica que analice en España e Iberoamérica, se encuentra la Universidad de Girona con la reciente oferta de un máster en Ilustración Científica de Ciencias Naturales **Fig.90**, en su segunda edición. Resulta ser específico, pero una vez más centrado en flora y fauna o por lo menos eso deja ver a primera vista, sin embargo, cuando se explora el contenido temático del programa («Máster en Ilustración Científica de Ciencias Naturales», s. f.) podemos darnos cuenta de que es parecido a



Fig.90
Cartel de Master ofertado en la Universidad de Girona España.
 Nota. Adaptada de Instagram:
 @carlespuche [Fotografía]
<https://www.instagram.com/carlespuche/>

la oferta del País Vasco e incluso algunos de los profesores que laboran en dicha oferta o ilustraciencia lo hacen también en esta.

Por lo que se refiere, la oferta tiene una duración alrededor de ocho meses y cuenta con una matrícula de 20 personas y un costo aproximado de \$78, 167.05 pesos mexicanos. Podemos observar con estas ofertas, que comienza a darse respuesta a la demanda de formación profesional en el medio y ampliar los contenidos según las necesidades que se identifican y los soportes que demanda la comunicación especializada.

Como resultado de este análisis, identifique los saberes que se requieren en la propuesta para especialidad en Ilustración y Comunicación Científica, que permitan ser holísticos y propicios para las necesidades actuales y determinar los ajustes que requieren algunas áreas para adaptarse a los tiempos que corren, es decir, mediante mi investigación y las entrevistas que realice a especialistas en el tema, así como, los congresos, cursos y diplomados en los que participe, encontré que el deber ser no siempre tiene los mejores resultados.

Al inicio de mi investigación me centré en la Ilustración Científica como disciplina y todo lo que no estuviera bajo la estricta visión de está, la desechaba como parte complementaria, sin embargo, al ponerla en práctica, redescubrí las necesidades y entornos en los que se mueve este saber y entendí que si bien es necesario reconocer los límites para identificar lo que es y no es ilustración científica, también, es necesario complementar según las necesidades de comunicación que se requieran para no acotar tanto que dejemos puntos clave fuera.

Los primeros puntos a tratar, en los planes que vi de los países antes mencionados, comienzan dando cuenta de lo que es la ilustración científica y sus antecedentes, luego, se enseña sobre la metodología para realizar una ilustración de rigor, independientemente de si se usará una metodología como la propuesta en la oferta en Chile de *Design Thinking*, que incide sobre el proyecto completo, más que en la imagen, pasando por técnicas de representación analógicas y digitales, así como su aplicación en las diferentes áreas de la ciencia que se oferten, además de los soportes comunicativos requeridos y un proyecto final ficticio o en colaboración con alguna entidad especializada.

Referente al documento *Cómo elaborar el anteproyecto de un plan de estudios elaborado para la UNAM*, consultado en la elaboración de esta propuesta de especialidad, indica que se debe especificar el modelo educativo que se proyecta aplicar en la propuesta y enfatiza que este deberá estar ligado a la filosofía institucional y específica:

El modelo educativo se concibe como la fundamentación de la forma en la que se llevará a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje; se sustenta en teorías y enfoques filosóficos, sociológicos, psicológicos y pedagógicos, ya que implica definir la concepción de estudiante, enseñanza, aprendizaje, docencia y formación, entre otros aspectos (Montiel et al., 2019, p. 21).

El modelo y enfoque educativo se centra en la aplicación y procesos de conocimiento mediante las necesidades de los actores involucrados profesor/alumno, más que en la cobertura y avance de los programas de estudio, para que estos puedan ser asimilados y tengan mayor impacto y eficacia. En consecuencia, identifiqué que el modelo pedagógico que mejor se adapta a la propuesta por su naturaleza interdisciplinaria, así como la filosofía institucional que rige a la UNAM es el modelo constructivista que señala que el alumno toma un papel activo en su propio aprendizaje, mientras el docente se perfila como un mediador entre el conocimiento y el alumno.

Este modelo se ciñe muy bien a la metodología que sigue la ilustración científica, donde el ilustrador que para efectos de esta propuesta es el alumno en formación, debe en cada proyecto asumir el rol activo en la investigación y documentación del objeto de estudio a representar, con la guía del docente de las diferentes materias para llevar a buen término la o las ilustraciones resultantes de este proceso, propiciando una mayor autonomía del alumno. Así como se llevaría a cabo en el campo laboral donde el ilustrador debe documentarse previo a comenzar la ilustración y en colaboración y orientación con el especialista, realizar el proyecto visual solicitado.

A su vez, la parte de evaluación docente deberá idealmente centrarse en la revisión documental previa que permita una síntesis visual de lo que se requiere representar, según la salida comunicativa que se solicite al alumno. Además de la revisión y corrección gráfica y científica de lo representado, en cada una de las asignaturas propuestas, lo que permitirá al docente corroborar la aplicación metodológica del alumno en la creación de imágenes especializadas. Propiciando un ambiente de retroalimentación colaborativa que capacite al alumnado en su eventual colaboración con los especialistas y proyectos en los que participe.

Hay que mencionar que el enfoque pedagógico que se sugiere seguir es el humanista, un enfoque que por sus características interactúa directamente con el modelo constructivista mediante el que fomenta el desarrollo y autonomía del alumno, a través del diálogo y debate entre alumno y profesor, mientras el profesor incentiva el interés en los contenidos de aprendizaje sin dejar de lado el desarrollo personal e individual de cada alumno. Cabe señalar que el enfoque pedagógico humanista es el que se incentiva en la UNAM.

Teniendo en consideración la parte pedagógica y el análisis de las ofertas educativas propuestas, así como los alcances de la disciplina respecto a los nichos de representación que puede cubrir en el área de las ciencias, además de las facultades, institutos y organizaciones no gubernamentales con las que se puede buscar colaboración es que propongo los siguientes contenidos curriculares para esta especialidad. Consiguiendo con ello una formación completa que dé respuesta en la medida de lo posible a las necesidades del campo laboral existente y a la creación de imagen ligada a las nuevas tecnologías.

Dicho lo cual daré cuenta de mi propuesta de contenidos y una breve explicación de lo que ha de tratarse en cada uno de ellos. Buscando con esto, las herramientas que nos sirven para reconocer la aplicación de técnicas y calidad de materiales en la representación, para la realización de proyectos con una planificación e intencionalidad iconográfica.

ESPECIALIDAD EN ILUSTRACIÓN Y COMUNICACIÓN CIENTÍFICA

CONTENIDO TEMÁTICO PROPUESTO:

- La ilustración naturalista y científica en contexto histórico.
- Tipología de la Ilustración Científica

- Trabajo colaborativo e interdisciplinario ilustrador/científico
- Mimesis, Iconografía y principios de la teoría general de la imagen aplicados a IC
- Comunicación científica y fundamentos del diseño para la IC
- Metodología para proyectos de IC
- Principales técnicas de representación analógica en la IC
- Técnicas digitales aplicadas a la IC
- Trabajo de Laboratorio
- Infografía y Cartel Científico
- Paisajes y escenarios para la IC
- Modelado 3D
- Animación
- Representación monumental o de gran formato para IC
- Ilustración Paleontológica y Paleoarte
- Ilustración Médica
- Ilustración Arqueológica
- Ilustración de Microscopía
- Ilustración Geológica
- Ilustración de Astronomía
- Ilustración Botánica
- Ilustración Zoológica
- Sketchbook naturalista
- Aspectos legales de la obra del ilustrador científico, costos y contratos

Descripción de las asignaturas

La ilustración naturalista y científica en contexto histórico.

Mostrar al alumno la parte histórica de la ilustración científica y naturalista para familiarizarlo con los ilustradores, sus técnicas y contexto temporal y sociocultural. La materia buscaría acercar al alumno al origen del dibujo especializado y su transformación a lo largo de la historia, así

como las diferencias importantes entre ilustración naturalista y científica para su correcta aplicación. Se plantea como una asignatura introductoria a la disciplina para brindar un contexto y estudio del arte, que permita un conocimiento holístico y no sólo técnico de las características de este tipo de representación.

Tipología de la Ilustración Científica

El contenido propuesto, se encamina a la enseñanza del variado alcance de la disciplina. Mediante una perspectiva general, no solo de las ciencias en las que se requiere la Ilustración para mostrar procesos, sino de cuestiones específicas que especialista requerirá conocer y herramientas a manejar, así como el trabajo de campo en el que el ilustrador científico, se verá inmerso al laborar en proyectos diversos. Relacionados directamente con las salidas comunicativas de la disciplina y las nuevas tecnologías disponibles para la creación de imagen.

Trabajo colaborativo e interdisciplinario ilustrador/científico

El alumno sabrá diferenciar entre el trabajo inter, trans y multidisciplinario y conocerá la relación que se busca generar en un trabajo colaborativo de esta índole, asumiéndose como un profesionalista en la creación de imágenes. Es necesario establecer, la dinámica de trabajo que debe fomentarse en el campo laboral, debido a la naturaleza interdisciplinaria de la Ilustración Científica, esta estará sujeta a una colaboración entre dos profesionalistas Ilustrador/científico acotado incluso cuando el proyecto a desarrollar sea entre ilustrador y un equipo de trabajo científico, donde por ejemplo, se deberá nombrar a un representante que sea quien comunique las necesidades del grupo en el trabajo con el ilustrador, para evitar ambigüedades o malos entendidos. Así también, debe conocerse los lineamientos básicos del contrato de trabajo y los principales ajustes que deben realizarse dependiendo del área de la ciencia en la que se trabaje.

Mimesis, Iconografía y principios de la teoría general de la imagen aplicados a IC

El alumno identificará los fundamentos de la teoría de la imagen que le ayuden en el planteamiento intencional efectivo de proyectos visuales de corte científico. Los ilustradores científicos deben ser formados en ellos para lograr un óptimo manejo del discurso visual.

Debido a las salidas comunicativas de difusión, educación y divulgación, se busca que los alumnos realicen los ajustes necesarios en cada una

de ellas, para socialización de la información visual, sin dejar de lado el rigor científico que acompañan estas imágenes. Estos ajustes tales como, la esquemática, la representación, percepción y la síntesis visual por nombrar algunos, transitan un camino entre la mimesis y la iconografía dictados por su propósito comunicativo que es objetivo que se pretende aplicar.

Comunicación científica y Fundamentos del diseño para la IC

Preparar al alumno para dar salida a sus ilustraciones de manera, digital, editorial, promocional o integrados a otro tipo de proyectos diseñísticos. Esta asignatura, se propone para el manejo de conceptos del diseño gráfico aplicados tanto a la imagen, como a los productos en los que la ilustración se requiera, es decir, en términos de productos impresos, cuestiones como composición reticular, sección áurea, color, edición de imagen, archivos para impresión y cuestiones editoriales, tales como, relación imagen/cajas de texto, tipografías, etc. Estos conceptos también, son adaptables a los formatos digitales, si bien no se pretende formar diseñadores, si el conocimiento básico aplicado a los parámetros científicos y de divulgación que demandan este tipo de proyectos. Además, tener conocimiento de qué tipo de salida comunicativa (difusión, educación o divulgación) y formatos son más oportunos según el tipo de producto que se solicite, tal como editoriales, promocionales o materiales didácticos, por mencionar algunos.

Metodología para proyectos de IC

El propósito de esta asignatura, es enseñar la metodología en la creación de imágenes especializadas, con etapas grosso modo como, delimitar el proyecto, observación y documentación, bocetaje de arquetipo, revisiones con el especialista, y entrega final. El manejo de estas etapas no solo permite un proceso ordenado, sino que evita dejar pasar detalles que puedan desencadenar en incumplimientos de contrato o de tiempos de entrega. La Ilustración científica, cuenta con un proceso general que es necesario conocer para aplicar en cada proyecto, independientemente de los ajustes específicos para cada área de la ciencia.

Principales técnicas de representación analógica en la IC

Enfatizar en el alumno aspectos particulares para representación en las diferentes técnicas artísticas en la resolución de proyectos visuales. En el caso específico de la Ilustración Científica, hay técnicas de representación por excelencia, es decir, son las más utilizadas, la propuesta no pretende

formar desde cero en técnicas, sino pulir, especializar y realizar las consideraciones propias en su aplicación en áreas científicas específicas ya sea en la representación esquemática o mimética, teniendo especial interés en la creación de texturas apegadas al rigor necesario del objeto de estudio y se enlistarán a continuación:

- Grafito
- Tinta
- Acuarela
- Lápices de Colores
- Bolígrafos de colores
- Acrílico
- Guache
- Óleo

Técnicas digitales aplicadas a la IC

Se pretende instruir al alumno en el manejo avanzado de software para representación científica. Si bien en el trabajo de laboratorio ya contempla el uso de software de diseño y edición, para esta asignatura se profundizará en cuanto aplicación de estos, ya sea software libre o de licencia y creación de pinceles digitales especialmente para generar texturas, así como, efectos especiales para volumetría, e iluminación que ayudan a dar cierto realismo a las ilustraciones digitales, técnicas específicas tal como photobashing y blending entre las básicas que están en tendencia. Además, de iluminación y contraste de color en edición de ajustes para optimizar la imagen.

Trabajo de Laboratorio

El alumno aprenderá el trabajo de laboratorio como el que podría llegar a desempeñar ocasionalmente y los protocolos a seguir en la utilización de colecciones biológicas e instrumentos a utilizar en su labor de ilustrador. Al ser una disciplina interdisciplinaria, se requiere que el ilustrador científico, tenga conocimiento de herramientas particulares de áreas específicas de la ciencia y del diseño gráfico, necesarias para la representación de los objetos de estudio, tales como el empleo de microscopios de gran aumento y aditamentos, como cámaras adaptadas en algunos casos, para obtener referencias propias, también mecanismos básicos de telescopio y adaptación

de lentes que permitan fotografiar, por ejemplo, el espacio profundo en su estudio y documentación, previa a la representación. Además, de mesas de luz que apoyen la construcción de arquetipos y composición gráfica, tabletas digitalizadoras, uso de escáner y software de diseño y edición, así como, los protocolos básicos en el estudio y trabajo de gabinete dentro de un laboratorio científico, que contribuya a la adecuada colaboración ilustrador/científico.

Infografía y Cartel Científico

Es fundamental la enseñanza de las características de Infografía y cartel científico a los estudiantes de esta especialidad para su correcta aplicación y capacidad de hacer frente a las necesidades y proyectos que se soliciten. Uno de los productos más recurrentes de la ilustración científica, son las infografías que representan procesos o ciclos mediante una síntesis visual, ocupada especialmente para la divulgación de información. En cuanto a la difusión entre pares, lo más recurrente es el cartel científico, solicitados por investigadores para socializar sus trabajos. Ambos casos, también son utilizados como material didáctico en educación. Cada uno tiene características particulares descritos por algunos autores, que deben ser tomados en cuenta para la realización de dichos materiales.

Actualmente, debe haber una revisión con respecto a lo más oportuno a sugerir por el ilustrador al investigador, pues hay conocimiento al respecto de contenido de texto en un cartel que guarda relación con el interés y atención del espectador, esto debido a las características del cartel científico, que pese a su síntesis requiere mucho más texto del que se recomienda en cualquier otro tipo de cartel.

Hoy en día, hay elementos que pueden remitirnos a documentos en su totalidad, si el interés del consultante lo amerita, como códigos QR o enlaces electrónicos que pueden y en algunos casos deben colocarse en estos materiales. Lo más importante, es llamar la atención en la investigación y cautivar al espectador para que desee saber más. Y esto es lo que se pretende aprender al cursar esta asignatura.

Paisajes y escenarios para la IC

Esta materia se dirige a la enseñanza y consideración de elementos claves que puedan ayudar al ilustrador en la creación escenarios de imágenes científicas. En la actualidad, no son muchos los ilustradores en México, que se dediquen a este rubro de la IC y aunque pueda parecer algo natural

o implícito, el dibujo de escenarios como fondos para el objeto de estudio, es todo un tema, pues puede realzar o fundirse con los elementos principales a representar y esto tiene que ver con la manera en que se plantea el escenario, los planos de composición e incluso los colores utilizados así como efectos de iluminación que se puedan aplicar. El objetivo es lograr un correcto manejo y composición de elementos en este rubro de los alumnos.

Modelado 3D para comunicación científica

Lograr que el alumno aprenda sobre el manejo y creación de imágenes tridimensionales para proyectos científico-visuales. El modelado 3D, es uno de los temas cada vez más en boga en las áreas de la ciencia, porque permite visualizar partes específicas o un todo del objeto de estudio, sin necesidad de tenerlo físicamente. Algo que se usa cada vez más, para interactivos de educación, pero también los hay para divulgación y que es cada vez más solicitado a los ilustradores científicos y representa un nicho de oportunidad laboral, por lo que es una materia que definitivamente debe estar incluida en la currícula. En el aprendizaje de este tipo de modelado, hay software libre que permite la realización de esta clase de proyectos, lo que facilita su aprendizaje, tal como el programa Blender, que es uno de los más utilizados hoy en día.

Animación para la comunicación científica

Instruir al alumno sobre el software los elementos compositivos y los proyectos que se pueden generar en animación para la ciencia. La animación, es otro de los temas recientemente añadidos a la comunicación científica y está estrechamente relacionado con la ilustración y en este caso el proceso general, para realizarlo es en principio el mismo de la ilustración científica, pero se extiende a lo que se puede nombrar como una narrativa más interactiva, que nos muestra de manera detallada la secuencia de un proceso. Tal es el caso, de las animaciones para la divulgación de cómo se comportaba el virus de COVID-19, en diferentes medios para ayudar a comprender a la sociedad mundial las etapas de infección. Al igual que para el modelado 3D, existe una gran variedad de programas que se pueden utilizar, algunos también conocidos como software libre.

Representación monumental o de gran formato para IC

Enseñar al alumno como afrontar este tipo de encargos, los materiales idóneos según sea para interior o exterior y los aspectos fundamentales en

la realización de esta clase de proyectos. Esta representación, a pesar de no ser tan frecuente, llega a solicitarse como proyectos especiales, para museos o instituciones principalmente, que buscan divulgar mediante murales algún proceso del objeto de estudio de su interés. Las características en el desarrollo de la obra, suele ser diferente al de las ilustraciones de pequeños formatos, no solo por el tamaño, además, por el soporte y los materiales necesarios que admita el espacio seleccionado, junto con ello, se requiere tener alguna formación al respecto para lograr proporción si se realizará bajo alguna técnica análoga y tomar en cuenta resolución y en ocasiones impresión fragmentada, para después unirlo todo, si se trata de técnica digital.

Ilustración Paleontológica y Paleoarte

Se pretende que alumno conozca los retos de este tipo de ilustración tanto a nivel de representación como la terminología básica para comunicarse con el especialista del área paleontológica que permita una adecuada comunicación y colaboración.

Esta es una de las áreas en las que se requiere mayor atención y paciencia. Debido a que, las representaciones constan de las reconstrucciones a partir del poco material que exista y que con el paso del tiempo, es decir, cuestión de meses o años, este puede ir cambiando y modificando el conocimiento de la forma que pudieron haber tenido organismos del pasado. Las necesidades paleontológicas requieren un estrecho trabajo colaborativo y conocimiento básico, anatómico, geológico, taxonómico y estratigráfico. Idealmente, deben conocerse de manera general la situación patrimonial, al respecto de fósiles o cualquier otro tipo de material paleontológico. Junto con este conocimiento general, es importante el concepto de paleoarte y lo que conlleva, pues este va más allá de la ilustración científica y se dirige ha modelado y representaciones a pequeño y gran escala de organismos paleontológicos o huesos que permitan la exposición de estos en museos, galerías, parques, o cualquier otro lugar de divulgación, ya que debido a la importancia y fragilidad del material paleontológico hallado, los originales deben ser cuidadosamente preservados.

Ilustración Médica

Los principales temas que debe aprender el alumno son aquellos que se relacionan con la anatomía e histología humana y animal, así como terminología médica, quirúrgica y organográfica, desde luego dirigido al

abordaje de un ilustrador científico, como representación y texturas. Se debe tomar en cuenta no solo el tiempo reducido de una especialidad, sino y particularmente que cada proyecto en que participe el ilustrador estará acotado por las necesidades del científico. Lo que pretende la asignatura, será proporcionar un panorama general de situaciones gráficas que pueden presentarse .

En México, es una de las áreas menos atendidas en lo que respecta al trabajo del ilustrador científico y sus posibilidades son extensas, tanto como subespecialidades presenta la medicina. Casi todo el material didáctico para formar médicos, procede del extranjero y no solo tiene precios altos, sino que no es suficiente.

Ilustración Arqueológica

El ilustrador científico, debe poder conocer el protocolo en la manipulación de materiales arqueológicos de ser necesario, reconocer los tipos de representación usados en esta disciplina, así como conocer de manera general la situación patrimonial al respecto de la arqueología, estos serían los principales objetivos a abordar. México cuenta con basta riqueza patrimonial arqueológica, mucha de la cual como sabemos, no siempre está completa o incluso es inexistente y se conoce mediante códices prehispánicos únicamente. La ilustración científica, juega un papel importante en la reconstrucción de la vida pasada, dando registro de los diferentes aspectos de la vida de sociedades antiguas, el enfoque de esta asignatura es la enseñanza del trabajo colaborativo con el especialista en arqueología, que al igual que con el especialista en paleontología, debe ser un trabajo estrecho, pues la reconstrucción e interpretación gráfica debe poder expresar los datos de las investigaciones o hallazgos y al mismo tiempo servir como herramienta para precisar datos del conocimiento existente sobre, por ejemplo el objeto a reconstruir dando respuestas a preguntas de investigación en las hipótesis reconstructivas o generando más preguntas.

Ilustración de Microscopía

El objetivo de esta asignatura es preparar al alumno en la representación de organismos microscópicos y en el manejo de los instrumentos que puedan ayudarle a obtener referencias, así mismo en la terminología básica y a interpretar las formas que pueda observar en el microscopio o mediante imágenes que se le proporcionen por especialista. La microscopía es todo un mundo; sin embargo, al igual que en las anteriores descripciones, está

materia no busca generar especialistas como tal en el campo, ya que eso llevaría toda una vida y no es tarea de un ilustrador científico, pero si lo es familiarizarse con términos, que propicien una mejor comunicación y entendimiento de aquello que abordará gráficamente, en tal caso el conocimiento de los tipos de microscopios y el tipo de imagen que nos brindan para poder hacer un uso correcto de este instrumento y consecuentemente visualizar los datos que deben de ilustrarse, además, de familiarizarse con la morfología celular básica, así como, tener nociones sobre interpretación de datos visuales microscópicos por ejemplo, como se ven ciertas formas en microscopios de barrido, pues estas imágenes a menudo no serán exactamente lo que se ilustrará sino que requerirá una interpretación de formas para poder ser representadas.

Ilustración Geológica

Ayudar al alumno a familiarizarse con las formas geológicas y estratigráficas y terminología que ayude a una correcta representación y presentación de datos. Al igual que en las otras disciplinas, se requiere un entendimiento de los conceptos y terminología básica, que ayuden al ilustrador en su labor comunicativa y colaborativa con el especialista/geólogo, además, de la simbología pertinente para representación. Junto con ello, el ilustrador deberá poder identificar el tipo de representación más utilizada en este rubro, que es bastante amplio y tampoco se ha atendido debidamente, pues la ilustración va desde los minerales, sus propiedades y explotación, estructura, composición e historia de la tierra, los procesos y ciclos ambientales y recursos naturales que pensando en la aplicación nacional, es bastante por la riqueza natural de México y en especial por nuestra localización tectónica.

Ilustración de Astronomía

Se pretende instruir al alumno a abordar este tema poco atendido que ayude a la divulgación y difusión de representaciones sobre este particular tema. El trabajo colaborativo en esta área, es principalmente para la divulgación dando a conocer la información más relevante a la sociedad, además, de manuales o diagramas que ayuden dentro de las investigaciones realizadas. En ese sentido, el ilustrador debe conocer el lenguaje básico de la disciplina y ser capaz de proponer a los investigadores o institutos material que sirva para difundir su trabajo, mediante videos, animaciones, diagramas, infografías, etc., y todo lo que pueda contribuir a la comunicación científica. Así mismo, el manejo y acoplamiento de equipo fotográfico a telescopios que ayuden no solo la observación del espacio profundo, sino a recabar las

referencias necesarias para proceder con una adecuada síntesis visual de la información.

Ilustración Botánica

El alumno será capaz de reconocer términos básicos con respecto a esta área de la biología, aprenderá sobre la composición botánica y los aspectos que debe centrarse en su representación. La botánica es una disciplina que estudia ampliamente las plantas, es decir, descripción, clasificación, distribución, identificación, el estudio de su reproducción, fisiología, morfología, relaciones recíprocas, relaciones con los otros seres vivos y efectos provocados sobre el medio en el que se encuentran. El objetivo de esta asignatura es dar una idea de como abordar estos extensos temas desde la perspectiva de ilustrador científico. La salida de campo con un especialista botánico es necesaria, para conocer más sobre su trabajo y protocolos a seguir, en la identificación de campo, para preparar lo mejor posible al ilustrador para el trabajo colaborativo y de observación de ejemplares en su hábitat, se requiere también, capacitación en estructuras morfológicas básicas y texturas adecuadas para una correcta representación de arquetipos, mismos que serán propuestos apegándose a la metodología de la IC en esta especialidad y que entre otras cosas, requiere documentación y observación de diferentes ejemplares.

Ilustración Zoológica

Esta asignatura, busca integrar los principales temas que requerirá el ilustrador científico, en la representación en las diversas ramas de la zoología, tales como, la ornitología, entomología, mamíferos, invertebrados, reptiles, anfibios y la etología. La propuesta no busca profundizar en cada uno de los temas, pero si preparar al alumnado en generalidades que se puedan presentar junto con ello, familiarizarlo con los conceptos y terminología básica en esta área científica y en cuanto a la representación, instruir en la manera más natural de la construcción de arquetipos y en características técnicas como texturas que permitan una adecuada interpretación del objeto de estudio.

Sketchbook naturalista

El alumno podrá realizar dibujos libres que ayuden a mejorar su trazo, mediante ejercicios guiados centrados en temas naturales, que puedan a su vez servir como descanso del rigor necesario en otras asignaturas. El sketchbook servirá además para enriquecer su proceso creativo como ilus-

trador e incluso para generar obra naturalista divulgativa, así como para desarrollar bitácoras temáticas.

Aspectos legales de la obra del ilustrador científico

Esta asignatura pretende establecer el marco legal obra-autor necesarios para relación laboral que un ilustrador debe idealmente conocer para ejercer la profesión. Si bien, en cada proyecto se debe no solo acotar las necesidades de la ilustración o productos solicitados por el especialista en la ciencia, mediante un contrato de trabajo que especifique los acuerdos laborales, características, entregas y costos también, se sede establecer los derechos que acompaña el trabajo no solo para quién lo solicitó, sino para el autor de la obra que en este caso es el ilustrador científico. La parte legal de derechos de autor, se debe de enseñar no solo como algo opcional, sino como parte medular de la disciplina para tener una relación laboral sana y poder entender los límites de lo que se está vendiendo y los costos que se asumen, cuando una ilustración se comercializa no solo a nivel local. Además, si el ilustrador puede usar su obra a partir de qué tiempo después de haberla vendido por primera vez y bajo que términos.

Para el caso de la ilustración de las ciencias específicas, propuestas para esta especialidad de manera general, se pondrá en contexto con manejo de conceptos básicos respectivos a los tipos de ilustración que se manejan y técnicas de representación que favorezcan su visualidad contemplando sus particularidades que son las que se describirán a continuación.

En lo que respecta a esta propuesta no hay algo parecido en la UNAM, pues aunque si existen cursos, talleres, diplomados o asignaturas en algunas de sus entidades identificadas con la temática de ilustración científica, se encuentran centradas particularmente en botánica y zoología esto en respuesta especialmente a la carrera de Biología, donde los alumnos e investigadores buscan complementar sus trabajos visualmente.

En lo que se refiere al análisis de los países Iberoamericanos sus ofertas no son iguales, la diferencia radica en el planteamiento de las asignaturas propuestas, especialmente con los programas en España, que son los que integran más temas de formación curricular, tal como lo que se pretende con esta propuesta tratando de abordar en lo posible la diversidad de contenidos de la Ilustración especializada porque la UNAM, tiene los institutos, facultades y centros de investigación que motivan esta formación interdisciplinar.

4.4 Perfil de ingreso y egreso y proyección a futuro de la disciplina

El perfil de ingreso en un plan de estudios, responde a las habilidades, aptitudes y características que demanda la formación curricular, pertinencias a tomarse en cuenta por los postulantes que deseen ingresar a tal oferta académica. No son consideraciones arbitrarias de las entidades académicas, sino que los perfiles están diseñados con la finalidad de apegarse a la realidad académica, social y laboral del estudio que se pretende y de las personas a quien va dirigido. Más aun, los perfiles deben contribuir al rendimiento y a disminuir la deserción académica en el plan de estudio correspondiente.

En lo que respecta a esta propuesta de especialidad, tomaré en cuenta las consideraciones presentadas en los programas de estudios analizados en el apartado 4.3 de esta investigación, ya que presentan generalidades coherentes con la enseñanza de la comunicación científica. Además de las consideraciones encontradas en mi investigación, de como estructurar perfiles de ingreso y egreso de los planes de estudios y que para tal caso utilizaré el *Manual de Revisión y Diseño Curricular Universitario de la Universidad de Santiago de Chile* (Urra, 2012), ya que este me parece bastante claro y coincide con mi punto de vista de las cuestiones pertinentes que quiero integrar a mi propuesta, reconociendo que lo aplicaré desde una perspectiva general, pues está creado bajo la normativa Chilena.

PERFIL DE INGRESO

Debido a, que esta es una propuesta de especialidad, es de esperar conocimientos y formación previa que de pie a continuar y encausar las habilidades anteriormente adquiridas. Es importante contar con un título universitario en cualquiera de las áreas de aprendizaje, pues al ser una disciplina interdisciplinaria y estar al servicio de cualquier área científica, los postulantes pueden provenir de cualquiera de estas, sin embargo, es requerido para su ingreso la presentación de un portafolio de ilustración que demuestre sus habilidades en el dibujo, pues no se contempla una instrucción desde cero.

Entre los conocimientos y habilidades generales a considerarse están el dibujo y manejo de conceptos básicos de los fundamentos del diseño, tales como proporción, color, composición, etc., aplicación de técnicas pictóricas, manejo y aplicación de técnicas digitales y con ello el uso y manejo de software requerido, uso de tableta gráfica, manejo de scanner, todo lo anterior cuando menos en un nivel básico-intermedio.

En lo que se refiere a las habilidades sociales el postulante debe referir características que le permitan desarrollarse en la disciplina, tales como motivación, gusto por la disciplina, asertividad, tolerancia a la frustración, resiliencia, trabajo en equipo y pensamiento crítico. Habilidades que ayudarán en la interacción interdisciplinar y en los proyectos en los que colabore.

Estas son las consideraciones primarias al tomarse en cuenta, pero al igual que cualquier otra propuesta de plan de estudio una vez puesto en marcha el programa académico, deben evaluarse las consideraciones y las necesidades que puedan surgir en el primer año en que se implemente. Por lo cual, los atributos, especialmente los conocimientos y habilidades generales, deben poder ser medibles, que en este particular caso es la razón de que se solicite un portafolio de ilustración a los postulantes.

Cabe señalar que, las características y habilidades que se proyectan sean adquiridas por los estudiantes de la especialidad a la conclusión de esta, son las que conforman el perfil de egreso alineado a la filosofía institucional y de la entidad académica que corresponden a la formación y al enfoque interdisciplinario que se haya generado con el plan curricular. Es así como, entre los puntos clave del perfil de egreso, se plantean los siguientes:

PERFIL DE EGRESO

- Ser un especialista interdisciplinario con responsabilidad social, colaborando en temas científicos sobre problemáticas nacionales e internacionales.
- Conocimiento de aplicación de técnicas de representación análogas y digitales en un nivel medio-avanzado, así como planteamiento de composiciones gráfico-visuales, efectivas para la comunicación y divulgación de datos.
- Visibilizar, socializar, simplificar, enfatizar, así como mostrar hipótesis, teorías, ideas y procesos sustentados mediante rigor científico para la comunicación científica visual.
- Conocimiento básico adecuado de las ciencias en las que se desarrolla su formación, así como comprensión de los métodos científicos requeridos en la representación de imágenes de rigor, incluidos los análisis de datos, que le permitan la capacidad de progresar en los proyectos de comunicación científica.
- Conocimiento adecuado de los fundamentos del diseño y de la teoría de la imagen, así como de su aplicación, en las diferentes salidas de comunicación que tiene la disciplina.

- Experiencia en trabajo de campo, además de conocimiento de los protocolos en el manejo de material en la etapa de documentación, trabajo de gabinete en un laboratorio científico en colaboración con el especialista, incluida la aptitud para una comunicación efectiva y respetuosa con el científico y su entorno.
- Conocimiento razonado de los principios de ética, obligaciones y derechos legales del proyecto, autor y obra.

Por lo que se refiere a la proyección a futuro de la disciplina se pueden hablar de algunos aspectos, tales como el camino natural que parece llevar, en conjunto con la tecnología y que abre las posibilidades comunicativas de esta, es decir, entendiendo que su origen parte de un dibujo descriptivo y en ocasiones esquemático y que con el tiempo se ha transformado en representaciones no solo más realistas, sino que son capaces de mostrarnos todos sus ángulos como ocurre en el modelado 3D o en los procesos del objeto de estudio con una narrativa más explícita en la animación.

Así pues, podemos prever que la Ilustración científica seguirá avanzando y transformándose junto con la tecnología y los caminos comunicativos que esta abra, en la visualidad de la ciencia, aunque su punto de partida siempre será el dibujo, ya sea ejecutado por un proceso humano análogo o incluso por IA como ya se está presentando, aunque de algún modo sea ejecutada o programada por un humano. También, se deben de destacar las posibilidades de nuevos proyectos, como creación de bancos de imágenes científicas institucionales que enriquezcan, difundan y divulguen las colecciones de la universidad, este tipo de proyectos existen ya en otras partes del mundo, donde se dan a conocer colecciones digitalizadas mediante fotografías, ilustraciones modelos 3d o animaciones y que aportan visibilidad y reconocimiento a las instituciones gestoras.

Otro de los aspectos que se proyectan es la inclusión de la disciplina en las ofertas educativas en Iberoamérica, que ayude a difundir, divulgar y especialmente visualizar las investigaciones procedentes de los países que integran este concepto geopolítico. Este parece ser también algo que natural y eventualmente sucederá, la inquietud que se observa ya en los diferentes esfuerzos que se realizan en estos países y que se manifiestan en los colectivos y el gremio en general señala que entre especialistas que desean complementar y socializar sus investigaciones, así como, el entusiasmo de los ilustradores que desean colaborar en la ciencia y los aficionados de la ciencia y la ilustración que desean prepararse en la disciplina, se buscan las maneras de seguir capacitándose y especializándose al respecto.

Finalmente, la posibilidad no solo de que se consiga la implementación de la especialidad de IC en México y específicamente en la UNAM, respaldando y contribuyendo a estos grandes esfuerzos hechos en Iberoamérica, sino que logre posicionarse como una futura licenciatura en la que se desempeñen profesionistas capaces de contribuir a la ciencia y visibilizarla ayudando a abrir oportunidades de trabajo, en los que los institutos de investigación, reservas, investigaciones o incluso museos puedan integrar a su personal a ilustradores científicos que contribuyan de manera contundente. Además, preparar especialistas capaces de integrarse a equipos de trabajo altamente competitivos en el extranjero.

Los beneficios de lo anteriormente descrito va más allá del posicionamiento de la disciplina, pues este progreso implicaría beneficios en las áreas de la ciencia en que se logrará la colaboración dentro y fuera de la UNAM y en mayor proyección de sus investigaciones, mediante los diversos productos comunicativos. Así como, la oportunidad de que ilustradores mexicanos se vinculen y produzcan imágenes que cubran la demanda ya existente y que en ocasiones es trabajo que se fuga por la falta de profesionistas en el rubro.

4.5 Impacto laboral

Los aspectos laborales en los que una especialidad puede impactar son diversos, por un lado, como ya lo he mencionado, el poder profesionalizar la disciplina impactara institucionalmente, pues hoy en día hay interés entre los aficionados y especialistas científicos en buscar lugares donde formarse ya sea que tengan una intención disciplinar desde las ciencias o el simple gusto de ilustrar sobre las pertinencias y objetos de estudio de las ciencias.

El poder contar con un respaldo institucional como profesionista en esta disciplina que colabora con otras, genera la confianza externa necesaria para abrir los espacios de trabajo que un ilustrador científico requiere, tanto para ganar experiencia con el desarrollo de proyectos específicos y eventual reconocimiento del trabajo, así como posicionar a los ilustradores en este medio.

¿Pero acaso el trabajo que abordará el especialista en ilustración científica siempre será en una ambiente formal y de laboratorio?. La respuesta es no, de hecho actualmente, son pocos los ilustradores que tienen la suerte de laborar constantemente en un laboratorio científico y los que si solo lo hacen eventualmente cuando la fase de documentación lo amerita o cuando se llevan a cabo las reuniones con el especialista científico, siempre y cuando las distancias geográficas lo permitan.

Esto se debe a que especialmente en la época de confinamiento por COVID-19, la apertura del trabajo a distancia ayudó a que los ilustradores tomarán proyectos remotos en los que la información referenciada era especialmente en imágenes y fotografías adquiridas en internet u otro tipo de fuente, así como de la propia mano del investigador y enviada al ilustrador virtualmente. Pero también, debemos de reconocer que los espacios de trabajo no se han abierto aún, debido a que la disciplina no se ha profesionalizado y en ocasiones se identifica como un oficio, que demerita no sólo todo lo que implica, sino también su valor intrínseco y económico.

En consecuencia, los ilustradores que dedican sus esfuerzos laborales en esta área a menudo deben de realizar proyectos simultáneos, para poder tener una remuneración que les permita sostenerse aún mediante aquellos proyectos que no tienen que ver con la IC. Al profesionalizar la disciplina, se espera que progresiva y eventualmente esto pueda corregirse y llegue a ser una profesión más sustentable para quien la profesa.

Una de las ventajas de la disciplina y lo que permite se proyecte como una posibilidad factible laboralmente hablando, es el hecho de servir a todas las ciencias lo que da paso un sin fin de posibilidades, que inciden justo en las áreas con las que colabora, tanto como posibilidades en creación de

imágenes y soportes en los que se coloquen e incluso productos divulgativos, didácticos o comerciales.

Si bien, la principal fuente de trabajo es la académica, el trabajo se solicita en gran medida para el mercado editorial, dirigido a diferentes públicos, al mismo tiempo encontramos trabajos más comerciales, donde la ilustración científica sirve en la venta de productos que desean resaltar sus cualidades “naturales” y socialmente responsables tanto en empaques o campañas de video y animación que utilizan este tipo de recursos.

Hay que mencionar que, incluso las mismas instancias de gobierno requieren de ilustración científica en campañas de concientización del cuidado del medio ambiente o para promover sitios de interés turístico, tal como se ha hecho en Vizcaya con paneles informativos como ejemplo de lo que mostró Vega Asensio, en el seminario de ilustración científica del 2022, en señalizaciones para reservas naturales o del tipo de sitios patrimoniales, en exposiciones urbanas, donde se colocan mamparas en ocasiones lumínicas para hablar de ciencia mediante infografías como el proyecto *Ciencia en la Calle en Pamplona*¹³ Fig.91, que también



Fig.91
“Ciencia en la calle” .

Nota. Adaptada de *Cultura Científica*

[Fotografía: Ignacio López-Goñi]

<https://culturacientifica.com/evento/2021/11/5/>

[ciencia-en-la-calle-una-actividad-que-muestra-](https://culturacientifica.com/evento/2021/11/5/ciencia-en-la-calle-una-actividad-que-muestra-la-ciencia-de-lo-cotidiano/)

[la-ciencia-de-lo-cotidiano/](https://culturacientifica.com/evento/2021/11/5/ciencia-en-la-calle-una-actividad-que-muestra-la-ciencia-de-lo-cotidiano/)

¹³ “Ciencia en la calle” es una iniciativa del Museo de Ciencias Universidad de Navarra y de la Cátedra de Cultura Científica de la Universidad del País Vasco mediante infografías realizadas por NorArte Studio, para mostrar a la ciudadanía la ciencia detrás de lo cotidiano, en diecinueve tótems y treinta marquesinas de autobús de la capital navarra y su comarca, además las infografías se pueden descargar. Véase nota completa en <https://culturacientifica.com/evento/2021/11/5/ciencia-en-la-calle-una-actividad-que-muestra-la-ciencia-de-lo-cotidiano/>

mencionó Asensio en el mismo seminario o la exposición al aire libre *La belleza oculta de semillas y frutas* en Noruega, sobre especímenes de las colecciones del *Royal Botanic Garden* de Edimburgo, con paneles fotográficos acompañados de un fascinante texto científico del espécimen¹⁴**Fig.92**.



Fig.92

La belleza oculta de semillas y frutas exposición fotográfica de Levon Biss.

Nota. Adaptada de Facebook: @levonbissphoto

<https://www.facebook.com/levonbissphoto>

Así mismo, en ocasiones la manera en que los ilustradores científicos extienden de alguna manera las ganancias, respecto a su obra es utilizándola para la impresión en artículos que ponen en venta, donde lo que representa el verdadero valor de estos es desde luego las ilustraciones. Tales productos como textiles: playeras, bolsas, gorras, delantales, etc., así como, impresos, stickers, libretas, folders, pósters, postales, litografías, etc., o promocionales como tazas, termos, platos, etc., Esta propuesta fomenta la creación de este tipo de productos como parte importante de la formación de un ilustrador científico para tal caso la salida comunicativa es divulgativa comercial **Fig.93**.

Un ejercicio que solo se puede hacer cuando no interfiere legalmente con los derechos de explotación, en el caso de la persona física o moral

¹⁴ La exposición fotográfica al aire libre de Levon Biss, que muestra especímenes de las colecciones del *Royal Botanic Garden* de Edimburgo. Las fotografías expuestas en Noruega son el principal atractivo de la exposición, pero junto a ellas hay un fascinante texto científico en cada espécimen y un centro en el centro del espectáculo para películas, docencia y una serie de otras actividades educativas. Por si fuera poco, esta exposición es relevante en Noruega por que, ahí se encuentra el Banco Mundial de Semillas de Svalbard o Cámara Global de Semillas, también conocida como la cámara del fin del mundo. Su función es salvaguardar la biodiversidad de las especies de cultivos que sirven como alimento en caso de una catástrofe local o mundial.



Fig.93

Ilustración aplicada a mercancía.

Nota. Adaptada de Facebook:

@CeciliaPlazaHandmade [Fotografías]

<https://www.facebook.com/CeciliaPlazaHandmade/photos>

obligaciones legales e incluso de la falta de claridad o exposición de estas en un contrato laboral, a menudo deriva en problemas económicos y de autoría. La profesionalización que se busca, entre otras cosas, está dirigida a subsanar este tipo de inconvenientes laborales.

Las oportunidades laborales que puede tener un ilustrador científico se encuentran ligadas a los institutos de ciencia, tanto en investigación como para comunicación interna, en organizaciones gubernamentales en el área de comunicación, cultura y turismo, en museos, y en agencias especializadas en comunicación y en Ilustración Científica, tanto propias como en colaboración y desde luego, como Freelance tratando de captar proyectos diversos. En tal caso, es de suma importancia tener una formación diversificada en la disciplina, tal como la que se propone, para poder hacer frente a las necesidades que se presenten.

Esta propuesta, no busca solo realizar una formación integral que prepare a futuros Ilustradores científicos, sino que responde a necesidades que ya existen y para las que aún no hay respuesta, a nichos que están desatendidos y los que la colaboración ciencia y arte resultará benéfica no solo para los investigadores, sino para la sociedad, también busca abrir los espacios de colaboración pertinentes que por ahora no hay, así como mayor reco-

que haya solicitado la ilustración y el trabajo en que se publicó o inserto y que en tal caso se haya especificado en el contrato de colaboración laboral. A veces los derechos de explotación se recuperan, después de cierto tiempo y en algunos otros casos solo se le permite al autor integrar su obra en su portafolio profesional sin fines de lucro.

Uno de los puntos fundamentales de esta propuesta de especialidad, tiene que ver con los aspectos legales del ilustrador científico y resalta debido a que es un tema obligado que aboga por las buenas prácticas profesionales, tanto para proteger al autor, a su obra y al cliente. Pues la falta de conocimiento y manejo de los derechos y

nocimiento de la disciplina y de la labor del ilustrador científico, como un profesionalista colaborador en la visualización de la ciencia y con relación a esto último interesar a la sociedad en temas relevantes y complejos que a primera vista no resultan interesantes, con la finalidad de hacer partícipes al público y a la ciudadanía en general.

Conclusiones

La presente investigación gira en torno a una necesidad actual de profesionalizar la disciplina de Ilustración y Comunicación Científica. Es necesario recalcar que junto a la afirmación de que es una necesidad se formularon las preguntas que dan origen a esta propuesta. Por un lado, la pregunta principal cuestiona justo, ¿por qué es necesaria la profesionalización de la disciplina?. En cuanto a esta interrogante, al principio de este documento se realiza un análisis del estado de la cuestión sobre la importancia de la disciplina y de su transformación a lo largo del tiempo, junto con ello se integra la distinción de términos entre ilustración naturalista y científica así como, sus principales características.

Debido a que la ilustración científica tiene por origen la ilustración naturalista, y que con el tiempo, pese a su transformación, la parte naturalista no ha desaparecido, sino que coexisten y se adaptan según la salida comunicativa requerida, por las instituciones o especialistas, para la propuesta de una profesionalización es necesario determinar los parámetros epistemológicos, por los cuales se rige la propuesta de esta disciplina que permita una correcta aplicación de conocimientos y de conceptos.

Así mismo, tal como se aborda en el capítulo dos, el contexto en México, juega un papel importante del cual se debe partir y reconocer los aciertos y carencias que proporcionen la información requerida para dar paso a una propuesta, que responda a estas necesidades a las que se integra el concepto de comunicación científica como parte importante de la disciplina, es decir, hasta este punto podemos deducir que el estado de la cuestión y el contexto responden a las necesidades y que a modo de pregunta se interpreta como el ¿qué?.

Seguidamente, a partir de las necesidades reconocemos la naturaleza interdisciplinaria de la ilustración y comunicación científica, no solo porque es producto del arte y la ciencia, sino por qué el proceso de su creación conlleva un trabajo inseparablemente colaborativo entre ilustrador / especialista, para tal caso el capítulo tres responde al ¿cómo?.

Finalmente, como resultado el capítulo cuatro da estructura a la propuesta de especialidad en la FAD UNAM, aquí se responde ¿dónde?. Mediante el análisis de necesidades mostradas en la primera parte de esta investigación, así como, la factibilidad que reconoce los recursos con los que se cuenta para llevar a cabo la propuesta en esta entidad e institución, además, se suma la visión Iberoamericana, que da cuenta de la oferta académica más relevante que hay hasta el momento en este concepto geopolítico y que de alguna manera nos muestra el camino recorrido desde una perspectiva más amplia.

Con todo lo anterior, se propone un supuesto curricular en razón de asignaturas y conocimientos que puedan proporcionar una formación integral y proyectar perfiles de ingreso y egreso, impacto laboral así como la proyección a futuro de la disciplina, aspectos incluidos en la creación de planes de estudio. Todas estas observaciones, ligadas a la pregunta de investigación, se relacionan también con la hipótesis planteada, que evidencian justamente la posibilidad de potenciar el Diseño y las Artes como complemento de la ciencia, a partir de la creación de una especialidad en Ilustración y Comunicación Científica, para dar respuesta a la formación de profesionales con sólida formación en la interdisciplina.

Debido a, que actualmente la mayoría de los esfuerzos como talleres, cursos y diplomados están dirigidos principalmente a biólogos o se ofertan en facultades de corte científico, aun cuando la disciplina se centra en la creación de imágenes y la comunicación de estas en los diversos campos de especialidad del diseño. Es por esta razón que se requiere una oferta educativa, que si bien, se imparta en la Facultad de Artes y Diseño, busque la interdisciplina colaborando con diversos institutos de investigación dentro y fuera de la UNAM, no solo para llevar un abordaje preciso de la disciplina, sino para abrir oportunidades laborales y de crecimiento profesional.

A pesar de que, los resultados no se pueden aseverar hasta la implementación de esta propuesta, si se puede proyectar resultados favorables a partir de los argumentos planteados en esta investigación, que toman en cuenta la consideración de los diversos aspectos de la disciplina, necesidades a cubrir, comentarios, inquietudes y opiniones vertidas por especialistas y colectivos del medio e infraestructura institucional para la implementación de dicha propuesta en la FAD.

De igual modo, los objetivos de investigación planteados, relacionados estrechamente con la pregunta de investigación e hipótesis se implementaron en el desarrollo de cada uno de los capítulos. En síntesis, estos objetivos se centraron en los elementos clave para crear la propuesta, desde una perspectiva Iberoamericana en México. Tales como, analizar los antecedentes de la disciplina, contextualizar la función de la ilustración científica a partir de sus salidas comunicativas (difundir, divulgar, registrar y educar), definir los parámetros profesionales interdisciplinarios y de formación de ilustradores, así como, establecer la importancia del trabajo colaborativo horizontal, revisar la oferta iberoamericana, considerar los escenarios dentro de la UNAM para la formación profesional y proponer los contenidos a nivel curricular.

Se debe agregar, que dentro de las aportaciones incluidas en este documento a nivel epistemológico, se encuentra las implicaciones teóricas relacio-

nadas con los fundamentos de la imagen, donde el especialista en creación de imágenes proveniente de las artes y diseño o bien el ilustrador con formación de origen en otra disciplina, que aprenda desde este enfoque, dotara a la imagen no solo de las características estéticas que su talento le permita desarrollar, sino que considerará una previa proyección comunicativa y significativa consciente, mediante la aplicación de principios y conceptos que constituyen una correcta construcción de la imagen y una debida comunicación de ellas.

En cuanto a las aportaciones hacia disciplina, desde un contexto iberoamericano, se encuentra el sumar en la diversificación de temas por abordar, dentro de la IC en un plan curricular sustentado por una universidad, recordando que ya hay algunos esfuerzos que apuestan por descentralización biológica y considerando la complementación mediante la comunicación científica, a través de diseño. Así como, delimitar los parámetros que rigen la profesión. Respecto a México, formalizar el conocimiento sobre IC en una reconocida universidad gestionando las colaboraciones.

Es conveniente señalar, que institucionalmente se pretende que la implementación de la disciplina, se rija por una enseñanza interdisciplinaria, una característica valorada por la academia y que permitirá una colaboración con otras entidades dentro y fuera de la UNAM. A su vez, la puesta en marcha de esta especialidad la colocaría como la primera de su clase en todo el país, impartida por una universidad. Así como, a la UNAM como pionera en los esfuerzos iberoamericanos por ofertar preparación profesional en el ramo. De la misma forma, las colaboraciones dentro de la institución beneficiarán tanto a los institutos de investigación como a los alumnos en preparación, por un lado, con material visual complementario para las investigaciones y al mismo tiempo, con la experiencia de la aplicación real de conocimientos para los ilustradores.

Otro aspecto, son las aportaciones que inciden en lo social y es que la comunicación científica, da a conocer las investigaciones sobre temas especializados. Hoy más que nunca contenido sumamente complejo, se puede enseñar o mostrar mediante imágenes, animación o modelados que junto con un texto o una voz en off, tienen el poder de explicar, ejemplificar y mostrar procesos que clarifiquen su propio entendimiento dirigido a público especializado o no. Así mismo, esto conlleva un efecto sobre el interés de las personas de manera individual y colectiva y esto a acciones focalizadas, que en suma aportan al desarrollo de un país. Recordando que el socializar las investigaciones mediante imágenes especializadas tienen un impacto positivo en las sociedades, en su educación y economía.

Con respecto a las consideraciones a investigar a futuro sobre el tema que no se pudieron abordar en este estudio por falta de tiempo y recursos, son las visitas a las extensiones universitarias de investigación que tiene la UNAM, algunas de las cuales son mencionadas en uno de los apartados antes desarrollados, pero de las que solo hago referencia sobre su ubicación y a lo que se dedican, pero no profundizó en si realizan alguna clase de actividad relacionada con la ilustración científica y de ser el caso a cargo de quien recaen estas actividades y cuál es su perfil profesional.

Así mismo, las entrevistas que quedaron pendientes sobre los ilustradores científicos mexicanos que mencione y otros tantos que no incluí. Las opiniones respecto al panorama actual de la disciplina, en voz de la propia experiencia de los ilustradores resulta enriquecedor en cuestiones de evaluación y nichos de oportunidad, que pueden considerarse para proponer mejoras respecto a la praxis.

Habría que decir también, cuáles son las aplicaciones que se utilizan en la comunicación científica en otras partes del mundo fuera de Iberoamérica, si bien este estudio se focaliza en este conjunto de territorios, la tradición en la disciplina en otras partes del mundo, muestra diferentes usos, que aún no se aplican o que ayude a por lo menos igualar los esfuerzos, aplicación profesional y competitiva, que permita sacar del rezago en este sentido a Iberoamérica.

Finalmente, la oportunidad de profundizar sobre el tema de colecciones, especialmente las de tipo biológicas que están en resguardo de alguna institución u organización pública o privada, que incide sobre los esfuerzos en registrarlas mediante imágenes especializadas, que permitan generar catálogos en diferentes áreas para su difusión y divulgación. Además, de cotejar los catálogos existentes, calidad y nivel iconográfico que ayude a considerar la realización de nuevos proyectos sobre creación de material visual.

En definitiva, México y Latinoamérica cuentan con excepcionales ilustradores que con la debida instrucción sobre la disciplina pueden aportar, no solo al área de las ciencias, también al campo educativo y social desde su profesión. Como profesionistas tenemos la responsabilidad de revertir la visión subordinada o meramente decorativa que se tiene de las artes y el diseño respecto a la ciencia y solo se puede lograr con el respaldo profesional, dentro de un marco institucional, a partir de planes curriculares interdisciplinarios que nos habiliten competitivamente dentro y fuera de nuestro país.

FUENTES DE CONSULTA

BIBLIOGRÁFICAS

- Abril, G. (2007). *Análisis crítico de textos visuales. Mirar lo que nos mira*. EDITORIAL SINTESIS.
- Bourdieu, P. (1998). *Capital, cultural, escuela y espacio social* (2da ed.). Siglo XXI editores.
- Cabezas, L., López, I., Oliver, J. C., Campos, R., & Barbero, M. (2016). *Dibujo científico* (1ra ed.). CÁTEDRA.
- Casanueva, M., & Bolaños, B. (2011). *El giro pictórico. Epistemología de la imagen*. Siglo XXI editores.
- Cocucci, A. (2000). *Dibujo Científico. Manual para Biólogos que no son dibujantes y dibujantes que no son Biólogos*. Sociedad Argentina de Botánica.
- Durling, R. (1965). *Conrad Gesner: Médico, erudito, científico, 1516-1565: Una exposición del cuatercentenario celebrada de noviembre a diciembre de 1965*. National Library of Medicine.
- FADIP. (s. f.). *Observatorio de la ilustración gráfica. Los retos de la era digital (informe 2009-2010)*. Comisión Observadora.
- Feyerabend, P. (1986). *Tratado contra el método*. Tecnos.
- García, R. (2006). *Sistemas Complejos* (1ra ed.). Gedisa.
- Gombrich, E. (2003). *Los usos de las imágenes. Estudios sobre la función social del arte y la comunicación visual*. Fondo de cultura económica.
- Hodges, E. S. (2003). *The guild handbook of scientific illustration* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Kuhn, T. S. (1971). *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de cultura económica.
- Lonna, ivonne. (2017). *El libro álbum. Lecturas desde el diseño*. Universidad Iberoamericana.
- Moles, A., & Janiszewski, L. (1990). *Grafismo funcional*. Trillas.

- Montiel, C. A., Rubí Piña, J., & Galván Aguilar, N. A. (2019). *Cómo elaborar el anteproyecto de un plan de estudios*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Najmanovich, D. (2008). *Mirar con nuevos ojos. Nuevos paradigmas en la ciencia y pensamiento complejo*. Biblos.
- Nicolescu, B. (2009). *La interdisciplinariedad manifiesto (7 saberes)*. Multiversidad Mundo Real Edgar Morin A.C.
- Obiols, N. (2004). *Mirando Cuentos. Lo visible e invisible en las ilustraciones de la literatura infantil*. Laertes.
- Pelta, R. (2004). *Diseñar hoy*. Paidós.
- Sagan, C. (2000). *El mundo y sus demonios*. Planeta.
- Simmons, J., & Snider, J. (2009). *Ciencia y arte en la Ilustración Científica*. Universidad Nacional de Colombia.
- Urra, P. (2012). *Manual de Revisión y Diseño Curricular Universitario*. <https://docplayer.es/78461397-Manual-de-revision-y-diseno-curricular-universitario.html>
- Zamora, F. (2006). *Filosofía de la imagen. Lenguaje imagen y representación*. (5th ed.). Universidad Nacional Autónoma de México.

HEMEROGRÁFICAS

- Alberti, P., & De la Rosa, A. (2018, abril 26). *Leticia Arango, Portadas de libros ilustrados*. UNIDAD DE GÉNERO COLPOS. <https://www.colpos.mx/udege/pdf/notas/Junio18.pdf>
- Asensio. (2017, julio 20). *El primer postgrado en ilustración científica, esa profesión invisible*. Cultura científica. <https://culturacientifica.com/2017/07/20/primer-postgrado-ilustracion-cientifica-esa-profesion-invisible/>
- De Oliviera, R. (2016, julio). *La ciencia en acuarela*. Pesquisa FAPESP, 245. <https://revistapesquisa.fapesp.br/es/la-ciencia-en-acuarela/>
- Durango, L. (s. f.). *Elvia Esparza. La gran ilustradora científica*. Artes de México. Recuperado 29 de noviembre de 2020, de <https://artesdemexico.com/elvia-esparza-la-gran-ilustradora-cientifica/>

González, B. (2012, enero). *Trazos que hacen ciencia. Ilustración científica en México*. Confabulario. El Universal. <https://confabulario.eluniversal.com.mx/ilustracion-cientifica/>

Lozano, G. (2016, mayo 16). La ciencia con arte entra [Revista digital]. Yorokobu. <https://www.yorokobu.es/ilustracion-cientifica>

Magaloni, D. (s. f.). *El Códice Florentino. Arqueología Mexicana*. Recuperado 18 de abril de 2022, de <https://arqueologiamexicana.mx/mexico-antiguo/el-codice-florentino>

DOCUMENTOS ACADÉMICOS (HEMEROGRÁFIA Y TESIS)

Arámbulo, C., Arévalo, D., Arroyo, A., & Arroyo, E. (2013). El arte en la ciencia. Patrimonio desconocido de la UNAM. México: Fundación ICA / Fundación UNAM.

Duran, T. (2005). *Ilustración, comunicación y aprendizaje*. Revista de Educación, Extraordinario, 239-253.

Hernández, Ó., & Barrio de Santos, A. R. (2016). *Necesidad de normalización en Ilustración Científica*. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 13(1), 160-175.

Hodges, E. S. (1989). *Scientific Illustration a working relationship between the scientist and artist*. BioScience, 39(2), 104-111.

Holthuis, L. B. (1969). «Locupletissimi rerum naturalium thesauri...» de Albertus Seba (1734-1765) y las «Planches de Seba» (1827-1831). Zoologische Mededelingen, 43(19), 239-252.

Köppen, E. (2007). *El uso de ilustraciones en revistas científicas*. Universidad Nacional Autónoma de México.

Köppen, E. (2010). *Mirada multifacética a las imágenes científicas*. Antropología. Boletín Oficial del Instituto Nacional de Antropología e Historia: Imagen y Mirada Multidisciplinaria, 89, 132-143.

Krieger, P. (2002). *Investigaciones estéticas sobre las ilustraciones científicas*. Ciencia, 53(4), 72-78.

- Lenoir, Y. (2013). *Interdisciplinariedad en educación: Una síntesis de sus especificidades y su actualización*. INTERdisciplina, 1(1), 51-86.
- Mayor, J., & Flores, M. (2013). *El dibujo científico. Introducción al dibujo como lenguaje en el trabajo de campo*. Virtual Archaeology Review, 4(9), 130-134.
- Ortega, D. (2019). *Personalidad artística en Ilustración Científica: Un estudio de caso*. Tercio Creciente, 15, 55-72. <https://dx.doi.org/10.17561/rtc>.
- Pedroza, R. (2006). *La interdisciplinariedad en la Universidad*. Tiempo de Educar, 7(13), 69-98.
- Rouaux, J. (2015). *Dibujando bichos: la ilustración Científica en la Entomología*. Revista del Museo de la Plata, 27.
- Sánchez, M. E., & Barroso, C. D. (2014). *La Ilustración Científica y su aplicación como herramienta visual en la Cartografía novohispana*. Investigación y Ciencia. De la Universidad Autónoma de Aguascalientes, 22(63), 80-87.
- Suasnabas-Pacheco, L. S., & Fernández, B. (2020). *La transversalidad. La interdisciplinariedad. El currículo global. Las competencias y las tecnologías de la información y la comunicación elementos de reflexión en el diseño curricular*. Revista científica. Dominio de las ciencias, 6(2), 158-180. <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i2.1161>
- Vienni, B. (2015). *Los estudios sobre interdisciplina: Construcción de un ámbito en el campo de ciencia, tecnología y sociedad*. Redes. Universidad Nacional de Quilmes, 21(41), 141-175.

ELECTRÓNICAS

- Academia Mexicana de Ilustración Científica. (2019, septiembre 20). Wikipedia. https://es.wikipedia.org/wiki/Academia_Mexicana_de_Ilustración_Cient%C3%ADfica
- Acerca de la Coordinación. (s. f.). [Institucional]. Coordinación de la Investigación Científica de la UNAM. Recuperado 15 de noviembre de 2022, de <http://www.cic-ctic.unam.mx>

- ARTAC. (2022, octubre 24). Albino Luna Sánchez [Institucional]. <https://www.artac-aiap.org/albino-luna-sanchez>
- Bertran, P (2012). Biografías. Carlos Linneo: Biografía y resumen de sus aportes a la ciencia [Médica]. Médico Plus. <https://www.google.com/search?client=safari&rls=en&q=carlos+linneo+biography&ie=UTF-8&oe=UTF-8#ip=1>
- Biografía de Georges Cuvier. (s. f.). Biografiasyvidas.com. Recuperado 14 de diciembre de 2020, de <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/c/cuvier.htm>
- Biología-Horarios. (s. f.). [Institucional]. Facultad de Ciencias UNAM. Recuperado 6 de octubre de 2022, de <https://www.fciencias.unam.mx/docencia/horarios/20221/181/831>
- Colecciones Biológicas. (s. f.). [Institucional]. Instituto de Biología. Recuperado 15 de noviembre de 2022, de <https://www.ib.unam.mx/ib/colecciones-biologicas/colecciones-zoologicas/>
- ¿Conoces los museos de la UNAM? (s. f.). [Institucional]. Fundación UNAM. Recuperado 3 de octubre de 2020, de <https://www.fundacionunam.org.mx/unam-al-dia/conoces-los-museos-de-la-unam/>
- Cuellar, A. M. (Director). (2020, junio 4). Charla:La relevancia de la Ilustración científica. Facebook oficial. <https://www.facebook.com/1710721116/videos/10206875108552167/>
- Curso- Diplomado en Ilustración Científica- versión IV. (s. f.). [Institucional]. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado 5 de agosto de 2022, de <http://artes.bogota.unal.edu.co/extension/cursos/67>
- Darby, M. (s. f.). Dru Drury [Biografica]. The coleopterist.Diccionario biográfico de coleopteristas británicos. Recuperado 7 de septiembre de 2022, de <http://coleopterist.org.uk/biogdict/d.htm>
- de Oyarzabal, A. (s. f.). Curso de ilustración de la historia natural [Institucional]. Secretaría de Educación Abierta y Continua. Facultad de Ciencias. <http://www.educontinua.fciencias.unam.mx/SiteNuevo/Cursos/Ilustracion/MasInfo.php>

- Desmond, A., Moore, J., & Browne, J. (2015, mayo 28). Darwin, Charles Robert [Institucional]. Oxford Dictionary of National Biography. <https://www.oxforddnb.com/display/10.1093/ref:odnb/>
- Dibujo Científico. (s. f.). [Institucional]. Secretaría de Desarrollo y Relaciones Institucionales. Iztacala UNAM. https://sdri.iztacala.unam.mx/?page_id=2289
- Diplomados. (s. f.). [Institucional]. Educación Continúa FAD. <https://educacioncontinua.fad.unam.mx/diplomados/>
- Domínguez, A. (s. f.). Aldo Domínguez de la Torre [Portafolio profesional]. Ilustración y Dibujo Ilustración aplicada a la Biología y más. <https://sofelino0.wixsite.com/aldodibujos/inicio>
- Educación Continua. (s. f.). [Institucional]. Pontificia Universidad Católica de Chile. Recuperado 30 de julio de 2022, de <https://educacioncontinua.uc.cl/47142-ficha-diplomado-en-ilustracion-naturalista-tecnicas-y-herramientas-para-proyectos-de-divulgacion-cientifica>
- Ford, B. J. (s. f.). Ilustración científica en el siglo XVIII. Recuperado 16 de octubre de 2020, de <http://www.arauco.org/SAPEREAUDE/ilustracion/ilustracioncientificasXVIIIpartIV.html>
- Guerra, A. (2015, septiembre 4). Programa del Diplomado en Ilustración Científica 2015-2016 [Institucional]. SISAL UNAM. <http://www.sisal.unam.mx/eventos/pdfs/programa2k15.pdf>
- Henry Gray FRS (1827-1861). (s. f.). [Institucional]. St George's University of London. <https://www.sgul.ac.uk/for-alumni/our-alumni/henry-gray>
- Ilustración Botánica. (s. f.). [Institucional]. ..UBAagronomía FACULTAD DE AGRONOMÍA. Recuperado 5 de agosto de 2022, de <https://www.agro.uba.ar/content/ilustracion-botanica>
- Ilustración Científica. (s. f.). Ilustración científica departamento de biología Universidad de Aveiro. Recuperado 8 de agosto de 2022, de <https://www.ilustracao-cientifica-uaveiro.com/formao-na-ua>

- Ilústranos... Luis Rey. (2014, junio 27). [Divulgación paleontológica]. El cuaderno de Godzillin. <http://godzillin.blogspot.com/2014/06/ilustranos-luis-rey.html>
- James Edward Smith. (2012). [Biográfica]. Peoplepill. <https://peoplepill.com/i/james-edward-smith>
- Jan Goedart (1617-1668). (s. f.). Gabinete del grabado. Recuperado 17 de octubre de 2020, de <https://www.gabinetedelgrabado.com/galer%C3%ADa/la-revoluci%C3%B3n-de-las-ciencias-s-xvii/goedart-1617-1668/>
- Johann Jacob Roemer. (2002). [Biográfica]. peoplepill. <https://peoplepill.com/i/johann-jacob-roemer>
- John Abbot (Condado de Screven). (2014, agosto 14). [Historica]. Georgia Historical Society. <https://georgiahistory.com/marker-monday-john-abbot-screven-county/>
- La ilustración como recurso para la divulgación científica, Aldi de Oyarza bal. (2015, octubre 8). [Noticias]. Ciencia.mx. <http://www.cienciamx.com/index.php/sociedad/personajes/3156-aldi-de-oyarza-bal-salcedo-el-contorno-el-color-y-la-vida>
- Ligozzi Jacopo. (s. f.). [Institucional]. Museo del Prado. Recuperado 23 de septiembre de 2022, de <https://www.museodelprado.es/aprende/enciclopedia/voz/ligozzi-jacopo/800320e0-4346-4bff-9a49-b3f67a869170>
- López, B. (s. f.). Aarón Estrada, Ilustrador Científico [Entrevistas]. Prisma La Vista. Recuperado 25 de octubre de 2022, de <https://prisamalavista.com/2018/07/09/aaron-estrada-ilustrador-cientifico/>
- Luca Ghini. (2008, enero 4). [Institucional]. Museo Galileo. <https://brunelleschi.imss.fi.it/itineraries/biography/LucaGhini.html>
- Mapas antiguos de Matthäus Merian (*1593—†1650). (2022). [Cartografía]. Mapas antiguos de Götzfried. <https://www.vintage-maps.com/en/merian-matthaus-6>

- Máster en Ilustración Científica. (s. f.). [Institucional]. Universidad de País Vasco. Recuperado 21 de junio de 2022, de <https://www.ehu.es/es/web/ilustracion-cientifica/informacion-general>
- Máster en Ilustración Científica de Ciencias Naturales. (s. f.). [Institucional]. Universidad de Girona Fundació UdG: Innovació i Formació. Recuperado 25 de julio de 2022, de <http://www.masterilustracioncientificaudg.com/es/master-ilustracion-cientifica-ciencias-naturales/3/programa.html>
- Misión, Visión. (s. f.). UNAM Facultad de Artes y Diseño. Recuperado 10 de julio de 2022, de <https://fad.unam.mx>
- Mutis, Las Ilustraciones De La Real Expedición Botánica Del Nuevo Reino De Granada. (s. f.). Guía de Jardín. Recuperado 16 de diciembre de 2020, de <https://guiadejardin.com/mutis-las-ilustraciones-de-la-real/>
- O'Connor, J., & Robertson, E. (2004, junio). Georges Louis Leclerc Comte de Buffon [Institucional]. MT University of St. Andrews. <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Buffon/>
- Pierre Belon. (2019). [Enciclopedico]. enciclopedia.com. <https://www.encyclopedia.com/science/encyclopedias-almanacs-transcripts-and-maps/pierre-belon>
- Plinio el viejo. (2017, marzo). [Biografica]. Historia-Biografía. [https://historia-biografia.com/plinio-el-viejo/#:~:text=Cayo%20Plinio%20Segundo%20\(23%20a.C,al%20estudio%20y%20la%20escritura.](https://historia-biografia.com/plinio-el-viejo/#:~:text=Cayo%20Plinio%20Segundo%20(23%20a.C,al%20estudio%20y%20la%20escritura.)
- Ruysch, Frederick (1638-1731). (s. f.). [Almacenamiento en línea de publicaciones académicas]. JSTOR. Recuperado 2 de junio de 2023, de <https://www.google.com/search?client=safari&rls=en&q=frederik+ruysch+biography&ie=UTF-8&oe=UTF-8>
- Semblanza del pintor. (2014). [Portafolio profesional]. Aslam. <https://guenduvi.wixsite.com/paisajista/acerca-de>
- Thomas Muffet. (s. f.). [Sitio biográfico]. Peoplepill.

- Tietz, T. (2019, abril). El botánico real Charles Plumier [Científica]. SciHi •Blog daily blog on science, tech & art in history. <http://scihi.org/royal-botanist-charles-plumier/>
- Tyrrell, C. (2015). About Maria Sibylla Merian (1647-1717) [Botanical]. BOTANICAL ART & ARTISTS. <https://www.botanicalartandartists.com/about-maria-sibylla-merian.html>
- Ulisse Aldrovandi. (2023). [Institucional]. Alma Mater Studiorum Università Di Bologna. <https://www.unibo.it/en/university/who-we-are/our-history/famous-people-and-students/ulisse-aldrovandi>
- UNAM, Misión, Visión. (s. f.). [Institucional]. Portal UNAM. Recuperado 10 de julio de 2022, de <https://www.unam.mx/mision-y-vision>
- Universidades públicas mantienen dominio en la producción científica de México. (2017, abril 19). [Periodismo digital]. El Financiero. <https://www.elfinanciero.com.mx/universidades/publicas-dominan-en-produccion-cientifica-de-mexico/>
- Vesalio (1514-1564). (s. f.). Gabinete del grabado. Recuperado 2 de diciembre de 2020, de <https://www.gabinetedelgrabado.com/galer%C3%A1Da/renacimiento-cient%C3%ADfico-s-xvi/vesalio-1514-1564/>
- Webster, C. (2018, mayo 18). Ray, John [Enciclopédica]. Encyclopedia.com. <https://www.encyclopedia.com/people/science-and-technology/biology-biographies/john-ray>

